PHÁT TRIỂN THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY KHẮC CNC LASER CO_2 4 TRỤC ỨNG DỤNG KHẮC BỀ MẶT GỖ, MICA, DƯA HẤU VÀ CÁC CHI TIẾT CÓ BỀ MẶT TRÒN XOAY

DESIGN DEVELOPMENT AND MANUFACTURE OF A 4-AXIS LASER ENGRAVING CNC MACHINE TO ENGRAVE WOODEN MICA, WATERMELON AND CYLINDRICAL COMPONENT SURFACES

Đặng Minh Phụng, Lê Hiếu Giang, Lê Sĩ Đang, Hồ Gia Nghiêm, Trương Hoàng Đức, Tô Minh Thuận
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. HCM, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 22/02/2020, ngày phản biện đánh giá 20/4/2020, ngày chấp nhận đăng 01/10/2021.

TÓM TẮT

Công nghệ laser tuy được hình thành từ khá sớm (khoảng 1965~1967) nhưng việc ứng dụng trong công nghệ chế tạo (khoan, cắt, khắc, hàn, nhiệt luyện,..) thì chỉ phát triển và trở nên phổ biến ở những năm sau này và có thể xếp vào nhóm các công nghệ gia công đặc biệt (phi truyền thống). Hiện nay, ở Việt Nam, công nghệ laser đang phát triển nhanh và được ứng dụng trong nhiều ngành nghề khác nhau như cơ khí, trang trí nội thất và y học. Tuy nhiên, việc nghiên cứu-chế tạo những thiết bị ứng dụng công nghệ laser vẫn chưa được đầu tư để đáp ứng với nhu cầu thực tế như khắc bề mặt gỗ, mica, dưa hấu và các chi tiết có bề mặt tròn xoay. Vì vậy, máy khắc CNC 4 trục dựa trên ứng dụng của Laser CO_2 đã được đề xuất nghiên cứu để giải quyết những nhu cầu trên. Bài báo trình bày các kết quả phát triển, hoàn thiện thiết kế-chế tạo máy khắc CNC Laser CO_2 4 trục. Với cụm trục A được phát triển để khắc các chi tiết có bề mặt tròn xoay và cụm trục Z để điều chỉnh khoảng cách bàn máy với đầu laser. Thiết bị ứng dụng phần mềm Benbox để điều khiển trong việc khắc bề mặt các sản phẩm lưu niệm trên nền vật liệu mica, gỗ, bề mặt dưa hấu và các chi tiết tròn xoay. Ngoài ra, máy khắc CNC Laser CO_2 4 trục sẽ phục vụ cho công việc giảng dạy, nghiên cứu và học tập của giảng viên và sinh viên cho môn máy và hệ thống điều khiển số.

***Từ khóa**: máy khắc Laser; CNC; khắc dưa hấu; bức xạ CO_2, 4 trục.*

ABSTRACT

Although the laser beam technology was introduced for ages (around 1965-1967), its application in manufacturing technology (drilling, cutting, engraving, welding, ..) has developed and become popular recently. In fact, this manufacture method can be classified as a special processing technology (non-traditional). Over the past few years in Vietnam, laser beam technology has advanced rapidly and been applied in a range of industrial fields such as mechanics, interior decoration and medicine. However, research and manufacture work on laser equipment has not been sufficient to meet the actual demand for engraving wooden mica, water melon and cylindrical component surfaces. As a result, the 4-axis CNC engraving machine based on the application of Laser CO_2 has been proposed to address these issues. This paper presents the results of design development and manufacturing of a 4-axises CO_2 laser engraving CNC machine, with A-axis mechanism for engraving cylindrical parts and Z axis for adjusting the gap of laser-head and work-piece automatically. The equipment applies Benbox software for running code to engrave onto the surface of mica, wooden souvenir products, watermelons and cylindrical components. In addition, this machine is used to support students and lecturers in their learning, teaching and researching activities in the "Machines and computerized numerical control" course.

***Keywords:** laser engraving; CNC; watermelon engraving; CO_2 radiation, 4-axises.*

Doi: https://doi.org/10.54644/jte.66.2021.1063

1. GIỚI THIỆU

Công nghệ Laser đã ra đời từ giữa thế kỷ XX và đang phát triển rộng rãi ở nhiều lĩnh vực trong công nghiệp. Với tính ứng dụng cao, công nghệ Laser đã có rất nhiều công trình nghiên cứu trong nhiều lĩnh vực khác nhau từ cơ khí, y học, hàng không,.. [1-3]. Trong công nghệ chế tạo, máy CNC sử dụng công nghệ Laser là phương pháp gia công hiện đại và đang được nghiên cứu, phát triển [4-5]. Tuy nhiên, ở Việt Nam chưa có nhiều công trình nghiên cứu về các loại máy cắt, khắc ứng dụng công nghệ Laser. Vì vậy, việc nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy CNC ứng dụng công nghệ laser phục vụ cho sản xuất, nghiên cứu và học tập ở trường đại học là cấn thiết. Trên thực tế, nhu cầu khắc hoa văn trong ngành mỹ nghệ gỗ hay khắc dưa hấu, đồ lưu niệm rất phổ biến hiện nay. Tuy nhiên, các thiết bị cắt, khắc Laser đa số được nhập từ nước ngoài với chi phí cao nên không phổ biến ở Việt Nam. Do vậy, máy khắc CNC Laser 4 trục khắc tranh trên gỗ, ống tròn xoay và khắc dưa hấu trưng bày vào dịp tết cổ truyền được đề xuất phát triển thiết kế, chế tạo và thử nghiệm. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy khắc CNC Laser 4 trục được thực hiện tại Khoa Cơ Khí Chế Tạo Máy, Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP. Hồ Chí Minh.

2. MÔ HÌNH THIẾT KẾ MÁY KHẮC CNC LASER CO_2

2.1 Nguyên lý, ưu nhược điểm của máy khắc, cắt CNC laser CO_2,:

**** Nguyên lý máy cắt, khắc laser CO_2:***

Máy cắt, khắc CNC Laser sử dụng công nghệ Laser CO_2, một chùm tia năng lượng cao được sinh ra bởi ống phóng laser sẽ được tập trung trên bề mặt chi tiết gia công nhờ hệ thống thấu kính. Chùm tia này đốt nóng vật liệu và tạo nên một vùng vật liệu nóng chảy cục bộ, thường có đường kính nhỏ hơn 0.5 mm.

Phần vật liệu nóng chảy bị đẩy ra khỏi vùng gia công bởi một dòng khí có áp lực cao, đồng trục với chùm tia Laser. Đối với một số loại vật liệu thì dòng khí này làm tăng tốc quá trình cắt bởi các tác động hóa học và lý học.

**** Ưu - nhược điểm của máy cắt, khắc laser:***

Công nghệ gia công này có những ưu điểm vượt trội hơn hẳn so với các công nghệ gia công truyền thống khác:

+ Năng suất rất cao.

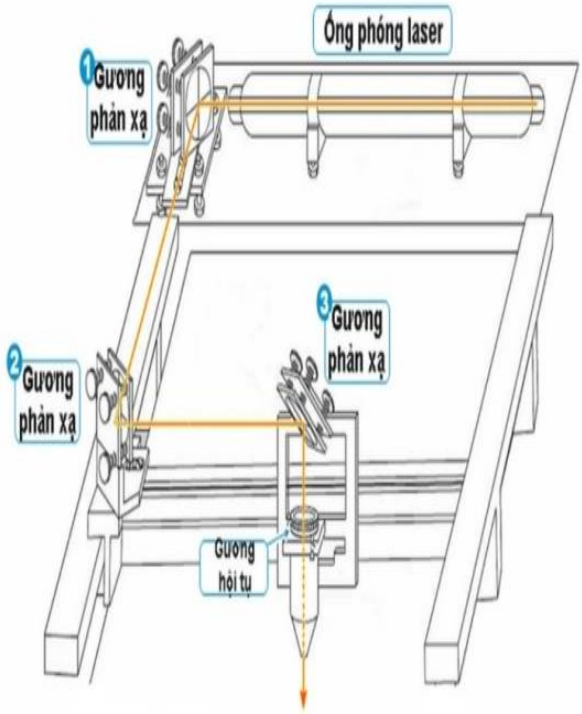
+ Tốc độ gia công nhanh.

+ Chất lượng gia công bề mặt đẹp, cho vết cắt nhỏ gọn và không cần gia công lại.

+ Khắc được trên nhiều loại vật liệu kể cả kim loại và phi kim.

+ Độ chính xác cao, đảm bảo sự đồng đều của các sản phẩm hàng loạt.

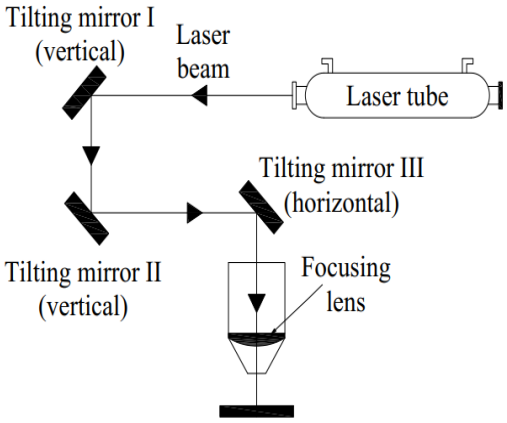
Tuy nhiên, máy khắc laser CO_2 vẫn tồn tại một số nhược điểm: hệ thống thiết bị, máy khắc laser khá phức tạp nên giá thành cao, người dùng khó làm chủ công nghệ thiết bị, không phù hợp với một số sản phẩm yêu cầu phát sinh ít nhiệt tại bề mặt cần gia công. Thêm vào đó, tia laser gia công kém trên một số kim loại có tính hấp thụ nhiệt tốt như: đồng, nhôm, và không cắt được vật liệu có độ dày lớn.



Hình 1. *Sơ đồ nguyên lý máy khắc laser* CO_2. [11]

**** Hệ thống cấp laser:***

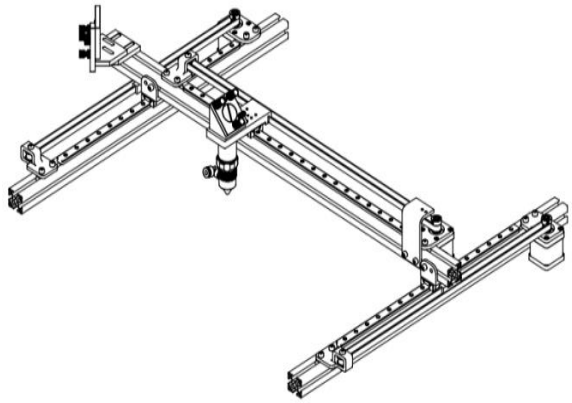
Laser CO_2 là một loại laser khí. Trong hệ thống này, dòng điện được cấp qua một ống chứa các khí xúc tác, tạo ra tia sáng. Tia sáng phát ra từ đầu ống lần lượt đi qua các gương: gồm hai gương phản xạ và cuối cùng là gương hội tụ để khuếch đại cường độ tia laser. Hỗn hợp khí xúc tác thường bao gồm carbon dioxide, nitơ, hydro và helium.



Hình 2. *Mô hình hệ thống cấp laser.*

2.2 Hệ thống truyền động

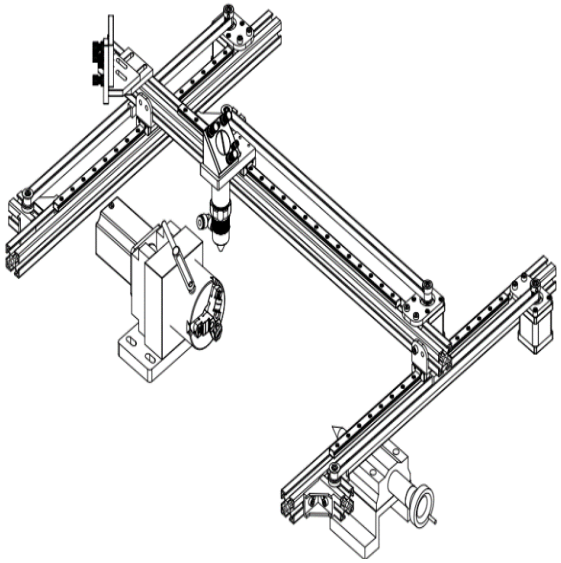
2.2.1 Hệ thống trục X, Y dẫn động



Hình 3. *Mô hình thiết kế cụm trục X, Y dẫn động*

Hệ thống trục dẫn động XY là cơ cấu quyết định sự chính xác của máy. Hệ thống này cần phải cứng vững để truyền chuyển động chính xác theo hai phương X và Y. Đầu laser được lắp trên trục Y và chuyển động tương đối so với bàn máy để tạo ra biên dạng cắt mong muốn. Trục Y và trục X cần được gia công và lắp ráp chính xác. Sau lắp ráp cần dùng đồng hồ so để kiểm tra độ vuông góc ở cả bốn góc làm việc trên bàn máy.

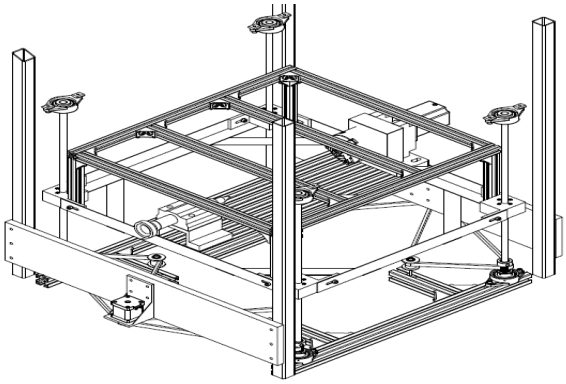
2.2.2 Hệ thống chuyển động tròn xoay X-A



Hình 4. *Mô hình thiết kế cụm trục X, A dẫn động.*

Hệ thống chuyển động tròn xoay X-A là một cơ cấu quan trọng quyết định độ chính xác của các chi tiết tròn xoay. Để cụm X-A hoạt động, đầu laser cần di chuyển đến vị trí được xác định trước và di chuyển cùng phương với trục quay để tạo ra biên dạng theo yêu cầu. Khi cụm X-A hoạt động, trục Y của máy sẽ bị khóa. Đầu laser lúc này vuông với tâm trục quay. Độ vuông góc này sẽ quyết định độ chính xác gia công nên cần được rà gá kiểm tra dọc theo tâm xoay của trục A khi lắp ráp.

2.2.3 Cụm bàn nâng tự động



Hình 5. *Mô hình thiết kế cụm bàn nâng tự động*

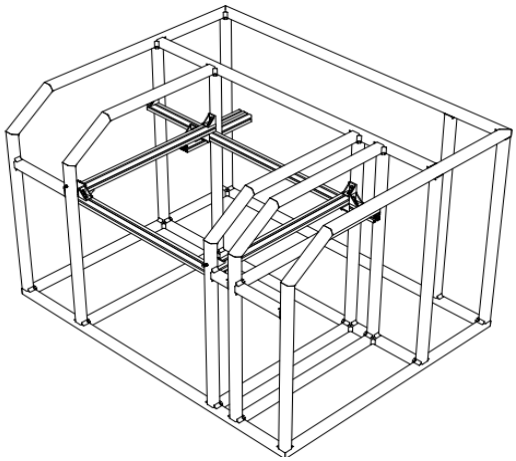
Đây là một phần quan trọng không kém trong máy, bàn nâng tự động giúp tùy chỉnh độ cao và hạ thấp để phù hợp với từng loại sản phẩm và mong muốn của người dùng.

Tùy thuộc vào kích thước của phôi cần khắc hoặc cắt, chiều cao của bàn làm việc có thể được điều chỉnh để đạt được độ dài tiêu cự của phôi (5 mm - 10 mm).

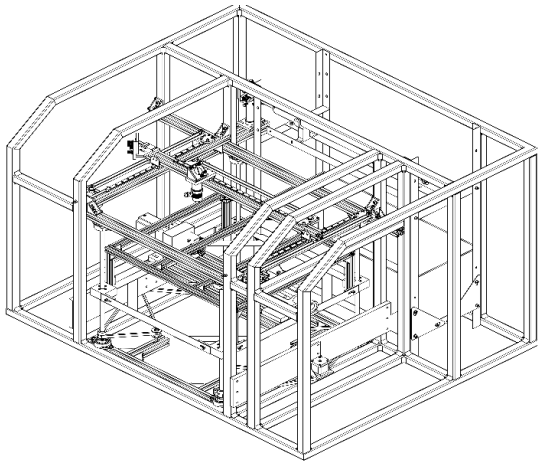
2.3 Cụm khung máy

Phần khung máy cần cứng vững để đảm bảo máy hoạt động ổn định, tránh hiện tượng rung lắc gây ra sai số khiến sản phẩm không đạt yêu cầu, không mang tính thẩm mỹ như ý muốn.

Bình thường, các máy công suất 40W ngoài thị trường thường có phần làm việc nhỏ, hẹp; chiều cao bàn máy chỉ đủ nâng hạ khoảng 30 mm để khắc, cắt gỗ, mica. Để khắc được các loại trái cây như dưa hấu, bưởi, dừa và các ống hình tròn xoay nhóm nghiên cứu đã đề xuất thiết kế khung máy cao hơn và phần làm việc rộng hơn. Dưới đây là mô hình khung máy 3D trên phần mềm Inventor Professional 2018:



Hình 6*. Mô hình thiết kế cụm khung máy.*



Hình 7. *Mô hình thiết kế tổng thể của máy.*

2.4 Tính chọn động cơ bước truyền động

- Để chọn động cơ phù hợp với chế độ làm việc của máy, momen quán tính, momen xoắn tải và góc bước của động cơ cần được xác định. Ta tiến hành tính chọn động cơ trên trục Y:

+ Trục ra của động cơ được gắn với pulley GT2 bằng nhôm có đường kính d_p = 12.5 (mm).

+ Khối lượng đặt lên đai tải là W = 3 (kg).

+ Lực tác động bên ngoài F_{ext} = 0 (N).

+ Hệ số ma sát trượt $\mu = 0$ vì vật đặt lên đai cố định, không có sự trượt.

+ Góc lệch giữa 2 trục $\theta = 0$.

+ Hiệu suất giữa đai và pulley e = 0.8

+ Độ phân giải mong muốn L_θ = 0.0254 (mm/bước).

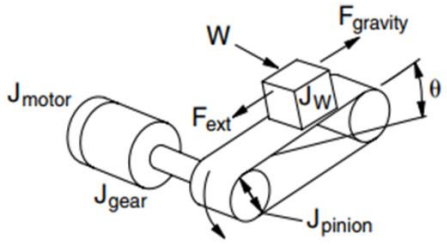
+ Tỉ lệ giảm tốc: I = rev_{motor}/ $rev_{gearshaft}$ = 5:1.

+ Hành trình di chuyển D_{total} = 400 (mm).

+ Thời gian di chuyển t_{total} = 4 (s).

+ Thời gian tăng tốc động cơ

t_{accel} = 25 % t_{total} = 1(s).



Hình 8. *Mô hình phân tích lực step motor*

- *Xác định độ phân giải cần thiết của tải:*

θ_{step} = (d_{load} ÷ i) ÷ L_θ (1)

= (π x d_p ÷ i) ÷ L_θ

= (3.14 x 12.5 ÷ 5) ÷ 0.0254

≈ 309 bước/vòng

- *Xác định biên dạng chuyển động:*

+ Tổng xung cần thiết để di chuyển là:

P_{total} = [D_{total} ÷ (d_{load} ÷ i)] x θ_{step} (2)

= [400 ÷ (3.14 x 12.5 ÷ 5)] x 309

≈ 15745 (xung).

+ Tần số chạy cho chuyển động hình thang:

$F = [P_{total} – (f_{start}.t_{ramp})] ÷ (t_{total} – t_{ramp})$ (3)

$\approx$ 5248 Hz với: $f_{start} = 0$

- Ta có tốc độ vòng quay của motor là:

n = 5248 x 60 ÷ 309 = 1019 (vòng/phút).

- *Xác định momen xoắn cần thiết:*

- Ta có công thức tính tổng quán tính:

$J_{total} = J_{motor} + J_{gear} + [(J_{pulley} + J_W) ÷ i^2]$ (4)

Với: quán tính hộp số bằng 0

$J_W = [W ÷ (g \text{ x } e)] \text{ x } r^2$ (5)

$= [3 ÷ (9810 \text{ x } 0.8)] \text{ x } 6.25^2$

≈ 0.015 kg.mm.s^2

$J_{pulley} \approx [(\pi \text{ x } L \text{ x } \rho \text{ x } r^4) ÷ (2g)] \text{ x } 2$ (6)

$= [(3.14x16 \text{ x } \frac{2700}{10^9} \text{ x } 6.25^4) ÷ (2x9810)]x2$

= 0.00002 (kg.mm.s^2).

Vậy $J_{total} = (J_{pulley} + J_W) ÷ i^2 = 0.0006$ (kg.mm.s).

- Momen xoắn cần thiết để tăng tốc quán tính:

$T_{acc} = J_{total} \text{ x } (n ÷ t_{acc}) \text{ x } 0.1$ [5] (7)

$= 0.0006 \text{ x } (1019 ÷ 1) \text{ x } 0.1$

= 0.06 (kg.mm).

$T_{run} = 0$.

- Momen xoắn cần thiết của motor là:

$T_{motor} = T_{acc} + T_{run} = 0.06$ (kg.mm) (8)

Tuy nhiên, đây là momen xoắn cần thiết trước khi chọn motor và bao gồm quán tính motor.

Từ các thông số đã tính toán trên, ta chọn motor STP-MTR-17048 thỏa được các yêu cầu đã tính.

$Ratio = J_{(pulley + load) \text{ to motor}} ÷ J_{motor}$ (9)

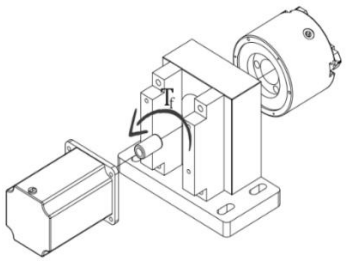
$= 0.0006 ÷ \frac{0.07 \times 100}{9810}$

= 0.84.

Ratio = 0,84 < 10, thỏa các yêu cầu tính toán.

Do tải trọng trên trục X nhỏ, và để đảm bảo sự đồng bộ, thống nhất ta chọn loại động cơ bước tương tự như ở trục Y cho trục X.

2.5 Tính toán chọn động cơ cho A-axis



Hình 9. *Phân tích chuyển động trục quay*

Công thức tính công suất trục chính:

$$P = T * \frac{n}{9{,}55} \quad (10)$$

Trong đó:

P: Công suất động cơ (W)

T: Moment xoắn trục động cơ (Nm)

n: Tốc độ quay cần thiết (vg/p), chọn n = 600 (v/p)

- Xác định momen động lượng trên trục motor

$T = m_{chuck}.r_{chuck}^2.\alpha + m_{wpiece}.r_{wpiece}^2.\alpha$ (11)

$=3.0.05^2.62{,}8+3.0.03^2.62{,}8 = 0.64$ (Nm)

Với

$m_{chuck} = 3$ (kg): khối lượng mâm cập

$m_{workpiece} = 3$ (kg): khối lượng phôi gia công

$r_{chuck} = 0.05$ (m): bán kính mâm cập

$r_{wpiece} = 0.03$ (m): bán kính phôi

$\alpha = 62{,}8$ (rad/s): vận tốc góc ~ 600 (v/p)

- Do hệ thống truyền động sử dụng khớp nối, nên mô-men xoắn trên trục động cơ điện hiện được tính theo công thức:

$T_f = T * 1{,}7$ (12)

$T_f = 0{,}64.1{,}7 = 1{,}1$ (Nm)

$$\Rightarrow \quad P = T_f * \frac{n}{9{,}55} \quad (13)$$

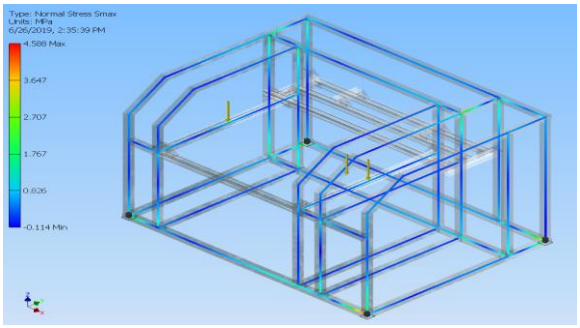
$P = 1{,}1.\frac{600}{9{,}55} = 69$ W

- Chọn động cơ với n = 3000 (vòng/ phút), P = 80W (Model : 60BLF-0830NBB)

2.6 Mô phỏng phân tích ứng suất, chuyển vị

Việc kiểm tra bền kết cấu khung máy được thực hiện bằng cách đưa các thông số tính toán vào công cụ Stress Analysis của

Inventor. Kết quả phân tích ứng suất và biến dạng được thể hiện như hình 10, 11.

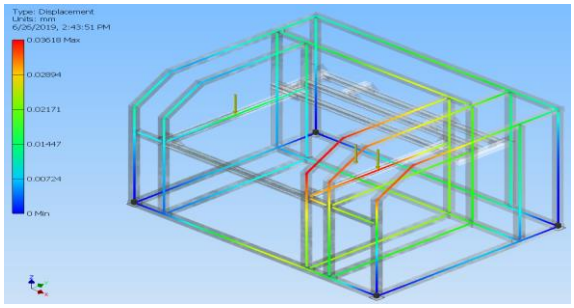


Hình 10. *Phân tích ứng suất của khung máy trên inventor 2018.*

Kết quả phân tích cho thấy:

Ứng suất: σ_{max}= 4,588 (MPa) < [σ]= 207 (MPa).

Do đó kết cấu đạt yêu cầu điều kiện bền.



Hình 11. *Phân tích chuyển vị của khung máy trên inventor 2018.*

Kết quả phân tích cho thấy:

Chuyển vị: Δ_{max} = 0,03618 (mm) < [Δ]=0,1 (mm). Do đó chuyển vị nằm trong phạm vi cho phép.

3. HỆ THỐNG ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN VÀ CÁC PHẦN TỬ KHÁC CỦA MÁY.

3.1 Các thành phần điều khiển

3.1.1 Module relay 5V

Hình 12. *Module relay 5V.*

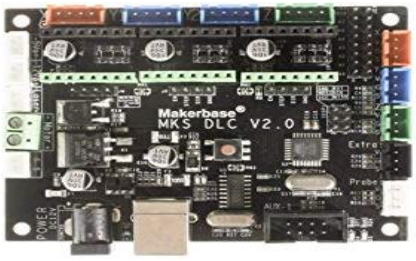
Tác dụng: kích nguồn laser gián tiếp qua bộ điều khiển, đảm bảo an toàn cho nguồn laser khi có sự cố.

3.1.2 Nguồn cấp laser

Hình 13. *Bộ nguồn Laser.*

Tác dụng: Cấp dòng điện cao áp vào 2 đầu ống phóng laser, kết hợp với khí CO_2 trong ống phóng phát ra chùm tia laser.

3.1.3 Board điều khiển



Hình 14. *Board điều khiển MKS.*

Phần mềm sử dụng: benbox, GRBL controller.

3.1 Các phần tử hỗ trợ

3.2.1 Bộ lọc nhiễu

Hình 15. *Module chống nhiễu*

Tác dụng: Lọc các xung điện áp gây nhiễu các thiết bị, sử dụng cho các bộ nguồn xung.

3.2.2 Bơm cấp nước

Hình 16. *Bơm cấp nước làm mát cho ống phóng laser*

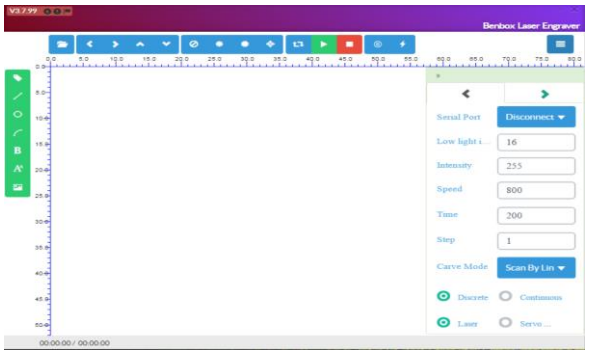
Khi hoạt động, ống laser được cấp điện vào hai đầu anode và cathode, phóng ra tia laser và sinh nhiệt. Ống laser bằng thủy tinh

nếu không được làm mát sẽ vỡ do các phần tử giãn nở vì nhiệt. Để đảm bảo tuổi thọ sử dụng của ống laser, nước làm mát luôn phải đảm bảo được bơm tuần hoàn qua ống phóng, một van dòng nước sẽ được nối giữa dây nguồn, khi không có nước bơm vào ống phóng, nguồn sẽ không cấp điện cho ống phóng.

4. PHẦN MỀM ĐIỀU KHIỂN

4.1 Phần mềm lập trình

Benbox là phần mềm với mã nguồn mở, cùng với giao diện và tính năng dễ sử dụng. Với Benbox, chỉ cần đưa hình ảnh mình muốn khắc, cắt, phần mềm sẽ xử lý và đưa ra các G-code tương ứng.



Hình 17. *Giao diện phần mềm điều khiển*

Giao diện phần mềm điều khiển rất trực quan, dễ sử dụng. Có các tùy chỉnh cho tốc độ, cường độ, thời gian, bước động cơ, phương thức chạy dao ứng cho từng loại vật liệu và phương pháp gia công. Sau quá trình thử nghiệm, nhóm nghiên cứu đã chọn ra những thông số phù hợp cho ra những sản phẩm đạt chuẩn như bảng dưới đây:

Bảng 1*. Bảng thông số cài đặt*

Parameter	Value	
	Cuting (Wood, Mica)	Engraving
Low light	16	0,2
Intensity	255	1
Speed(m/s)	300	5000
Time(s)	1	0,2
Step	10	20

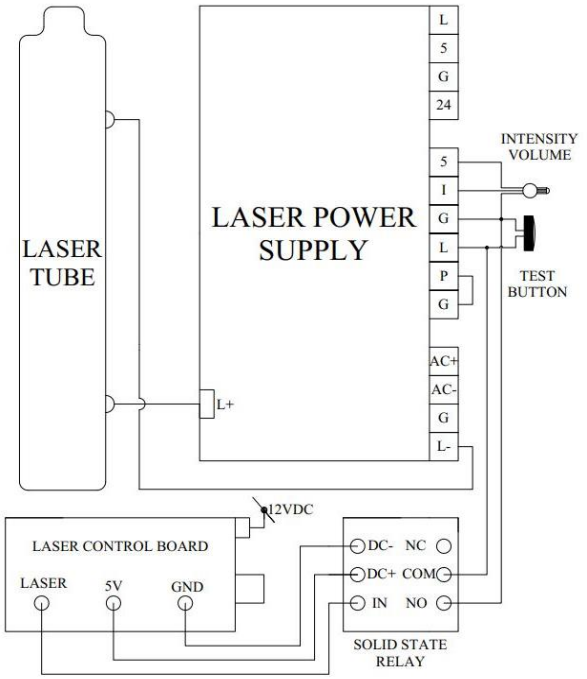
Ngoài ra có rất nhiều phần mềm khác có thể dùng để lập trình như: GRBL, Xloader, mdraw, inkscape,…

4.2 Sơ đồ đấu nối.

Để cấp nguồn, điều khiển và chạy thử an toàn ta tiến hành đấu dây như hình 18:

+ Biến trở (Intensity volume) được mắc riêng ra panel điều khiển để dễ dàng điều chỉnh cường độ laser ngay cả khi đang tiến hành gia công.

+ Nút TEST cũng được đấu riêng để kiểm tra cường độ hay kiểm tra hệ thống gương vẫn ổn định và an toàn cho người sử dụng.



Hình 18. *Sơ đồ đấu nối mạch điều khiển*

5. CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM

Máy khắc laser CO_2, đã được chế tạo thành công, như hình 19.

Hình 19. *Máy khắc CNC laser CO_2, sau khi chế tạo.*

Hình 20. *Khắc logo khoa Cơ khí Chế tạo máy trên gỗ.*

Hình 21. *Nhân vật hoạt hình*

Hình 22. *Khắc logo trường ĐH SPKT TP. HCM trên mica.*

Hình 23. *Khắc logo trường ĐH SPKT TP. HCM và chữ trên dưa hấu.*

Đánh giá quá trình gia công thử nghiệm:

Tiến hành khắc logo khoa cơ khí chế tạo máy, logo ĐH SPKT HCM, chữ, các nhân vật hoạt hình trên tấm gỗ; bề mặt mica; khắc trên bề mặt 2 quả dưa như hình ảnh trên. Kết quả thu được hình ảnh được khắc đẹp mắt, sắc nét, tuy nhiên cần phải thử nghiệm thêm, tối ưu hóa thông số cắt để nâng cao chất lượng hình ảnh khắc.

Hình 24. *Khắc chữ trên bề mặt vật liệu composite.*

Hình 25. *Khắc ảnh trên bề mặt gỗ*

Đánh giá quá trình gia công thử nghiệm:

Tiến hành khắc ảnh trên bề mặt gỗ như hình ảnh trên. Kết quả thu được hình ảnh có độ đậm nhạt rõ ràng, mặc dù vậy vẫn cần nghiên cứu thêm, chỉnh sửa ảnh kỹ hơn để đơn giản hóa đường nét trước khi khắc.

Hình 26*: Khắc tên lên bề mặt gỗ làm móc khóa*

***Hình 27**: Khắc logo lên ống nhựa PVC*

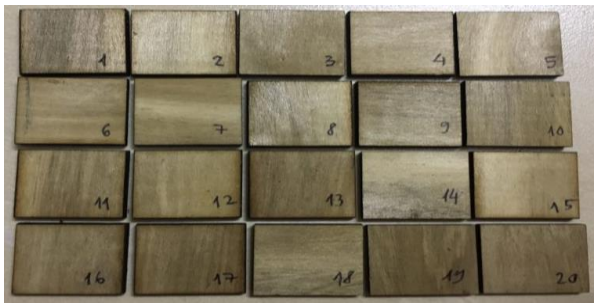
***Hình 28**: Khắc tên và logo lên bình giữ nhiệt gỗ*

Đánh giá quá trình gia công thử nghiệm trên các chi tiết có bề mặt tròn xoay:

Máy khắc được các chi tiết tranh và chữ có đường kính nhỏ hơn 60 mm. Hình ảnh thu được rõ ràng, có độ chính xác cao. Mặc dù vậy vẫn cần cải tiến để tăng đường kính mâm cặp và tăng tốc độ của máy để tăng năng suất.

Đánh giá sai số gia công của máy:

Tiến hành cắt 20 tấm gỗ 20x20 (mm) để kiểm tra kích thước theo 2 phương X, Y:



***Hình 29**: Mẫu thử*

***Bảng 2.** Bảng giá trị kích thước X,Y của 20 mẫu thử (mm)*

Mẫu	1	2	3	4
(X,Y)	20x20	20x20,01	20,02x20	20,01x20
Mẫu	5	6	7	8
(X,Y)	20,02x20 ,02	20,01x20	20x20,01	20,02x20
Mẫu	9	10	11	12
(X,Y)	20x20,01	20x20,01	20,02;20	20,01x20
Mẫu	13	14	15	16
(X,Y)	20,01;20	20,01;20	20;20,01	20,02x20
Mẫu	17	18	19	20
(X,Y)	20,01x20	20x20,01	20,02x20	20,01x20

Dựa vào kết quả khắc thử nghiệm 20 mẫu gỗ theo 2 phương X, Y: máy CNC laser đạt độ chính xác 0,02 mm.

6. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu phát triển thiết kế và chế tạo máy khắc CNC laser CO_2 4 trục cho bề mặt gỗ và dưa hấu, bề mặt các chi tiết tròn xoay. Ngoài ra cụm trục A được tích hợp và hành trình trục Z được cải tiến để mở rộng không gian làm việc và khả năng công nghệ để có thể khắc trên nhiều vật thể có kích thước khác nhau. Máy đã được chế tạo thành công và chạy thử đạt kết quả tốt:

- Khắc hình ảnh tinh xảo, rõ ràng trên gỗ.

- Cắt được các tấm gỗ, mica với độ dày phù hợp.

- Khắc hình ảnh đẹp, rõ nét trên bề mặt dưa cũng như các loại trái cây trưng bày khác.

- Khắc được trên những chi tiết có bề mặt trụ tròn, bề mặt gỗ nhựa và mica.

- Tốc độ khắc và độ chính xác được cải tiến thông qua thực nghiệm.

- Bàn nâng được cải tiến nâng lên hạ xuống tự động sao cho phù hợp với đồ độ dày của vật khắc.

- Nâng cấp hệ thống làm mát giúp tăng năng suất làm việc cũng như tuổi thọ của máy và đầu phóng laser.

- Máy hoạt động ổn định.

- Dễ bảo trì, bảo dưỡng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] C.Leone, V.Lopresto, I.De Iorio- Wood engraving by Q-switched diode-pumped frequency-doubled Nd:YAG green laser.
[2] Carlos M. Bledt , Daniel V. Kopp , James A. Harrington - Investigation of tapered silver silver halide coated hollow glass waveguides for the transmission of CO2 laser radiation.
[3] Jai Paul Dudeja - Laser Application in Apparel Industry
[4] Mr. Sachin Patel, Sandip.B.Patel, Anup.B.Patel - A Review on Laser Engraving Process.
[5] Hany Mohamed Abdu Mohamed El Sayed- Modeling and optimization of laser cutting operation.
[6] Lê Hiếu Giang, Đặng Minh Phụng, "Tính toán, đánh giá sai số và tốc độ của các giải thuật nội suy cho hệ điều khiển theo kỹ thuật xung chuẩn", Tạp chí Khoa học và Công nghệ các trường đại học kỹ thuật, số 80, 2011.
[7] Đặng Minh Phụng, Lê Hiếu Giang, Lê Linh, Trương Nguyễn Luân Vũ, Trần Tiến Phát, Nghiên cứu phát triển thiết kế và chế tạo máy phay lăn răng CNC phục vụ đào tạo, Hội Nghị Khoa Học và Công Nghệ Toàn Quốc Về Cơ Khí Lần Thứ IV, TP. HCM 11-2015.
[8] Lê Hiếu Giang, Nguyễn Trường Thịnh, Giáo trình Máy và Hệ thống điều khiển số, ĐH SPKT TP. HCM 2005.
[9] User's guide of Benbox.
[10] Benbox CNC controller software installation and configuration.
[11] https://maycatlaser.wzeebly.com/may-cat-laser/category/all

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:
Đặng Minh Phụng
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM
Email: phungdm@hcmute.edu.vn