

KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY KHẮC, CẮT BẰNG TIA LASER

TẠ LINH PHỤNG*, NGUYỄN ĐĂNG KHÔI**, CAO VĂN THỊ***

Tóm tắt

Máy khắc, cắt bằng tia laser được chúng tôi thiết kế và chế tạo sẽ sử dụng chùm tia laser để gia công khắc hoặc cắt trên các loại vật liệu khác nhau như gỗ, da, mica. Trong đề tài này chúng tôi đưa ra một số phương án thiết kế, so sánh ưu nhược điểm giữa các phương án và chọn phương án tối ưu phù hợp với điều kiện kinh phí, trang thiết bị hiện có. Bản vẽ chế tạo các chi tiết của máy khắc, cắt laser cũng được trình bày cụ thể với các thông số kích thước, các yêu cầu kỹ thuật để có thể chế tạo máy khắc, cắt bằng tia laser hoàn chỉnh. Máy được chế tạo có không gian làm việc 300mm x 180mm, đảm bảo các điều kiện an toàn khi vận hành, đáp ứng nhu cầu trưng bày và phục vụ giảng dạy.

Từ khóa: máy khắc cắt laser mini, mô phỏng, cnc 3 trục.

Abstract

Laser engraving, cutting by our design and fabrication will use the laser beam to machining engraving or cutting on various kinds of materials such as wood, leather, mica. In this topic we offer a number of design schemes, comparing the pros and cons between options and selecting the optimal option in accordance with the conditions of funding and equipment available. The drawing produces the details of the engraving machine, laser cutting is also presented specifically with the size parameters, the technical requirements to be able to make engraving machines, cutting with the complete laser beam. The machine was built with a 300mm x 180mm workspace, which ensures operational safety conditions, meeting the needs of exhibits and teaching service.

Key words: mini laser cutting machine, simulation, 3-axis cnc.

1. Giới thiệu

1.1 Mục đích thiết kế và chế tạo máy khắc, cắt laser

* Sinh viên lớp Cơ Khí khóa 17 Khoa Kỹ Thuật - Công nghệ, Trường Đại học Cửu Long.

** Sinh viên lớp Cơ Khí khóa 17 Khoa Kỹ Thuật - Công nghệ, Trường Đại học Cửu Long.

*** Thạc sĩ, Phó Trưởng Khoa Kỹ thuật - Công nghệ, Trường Đại học Cửu Long.

Việc áp dụng CAD/CAM vào việc thiết kế, tính toán kết cấu và mô phỏng quá trình gia công. Ở nước ta, các máy CNC (Computer Numerical Control) đang được sử dụng rất phổ biến trong sản xuất, trong đào tạo và nghiên cứu khoa học. Trên thực tế, các máy Laser đang sử dụng thường do Đài Loan, Trung Quốc, Nhật, Đức sản xuất, có phần điều khiển mua của các hãng nổi tiếng như: FANUC, MITSUBISHI,

nhưng giá thành cao. Do đó, một số cơ sở đào tạo tại các trường kỹ thuật, trong đó có Khoa Kỹ Thuật Công Nghệ, Trường Đại Học Cửu Long chưa đáp ứng được đầy đủ các trang thiết bị để phục vụ cho quá trình đào tạo, thực hành, thực tập cho sinh viên cũng như phục vụ cho nghiên cứu khoa học. Trên cơ sở đó, việc nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy khắc, cắt laser là cần thiết.

1.2 Mục tiêu, cách tiếp cận

- Mục tiêu đề tài là chế tạo máy khắc, cắt bằng tia laser đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật (an toàn, chính xác, dễ vận hành, dễ sửa chữa, v.v...), hiệu quả kinh tế (không gian gia công 300mm x 180mm, giá thành sản xuất phù hợp điều kiện kinh phí), không gây ô nhiễm môi trường và phù hợp với công nghệ sản xuất trong nước. Máy có kết cấu nhỏ gọn, dễ di chuyển, dễ tháo lắp để tiện ích cho người sử dụng.

2. Phương tiện và phương pháp nghiên cứu

2.1 Phương tiện nghiên cứu

Chúng tôi đã tiến hành khảo sát, tham

quan các máy hiện có trên thị trường và trên internet. Dựa vào những đặc điểm laser, yêu cầu kích thước khổ khắc, cắt laser. Kế thừa các nguyên lý, lý thuyết tính toán của máy. Dựa vào điều kiện, cơ sở vật chất hiện có của trường Đại học Cửu Long.

- Về phương pháp, chúng tôi tham khảo và tổng hợp tài liệu từ các nguồn khác nhau có liên quan đến máy khắc, cắt bằng tia laser. Tính toán, thiết kế các chi tiết hoặc cụm chi tiết theo nguyên lý và các thông số cơ bản. Lựa chọn mô hình thiết kế và sơ đồ động học. Mô phỏng và đánh giá thiết bị trên máy tính.

- Phạm vi nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy khắc, cắt bằng tia laser hoạt động trong không gian 300mm x 800mm.

2.2 Phương án nghiên cứu

Trên cơ sở phân tích nguyên lý hoạt động máy khắc, cắt bằng tia laser, tham khảo các loại máy máy khắc, cắt laser hiện có trên thị trường, chúng tôi đã đưa ra ba phương án thiết kế máy khắc, cắt bằng tia laser.

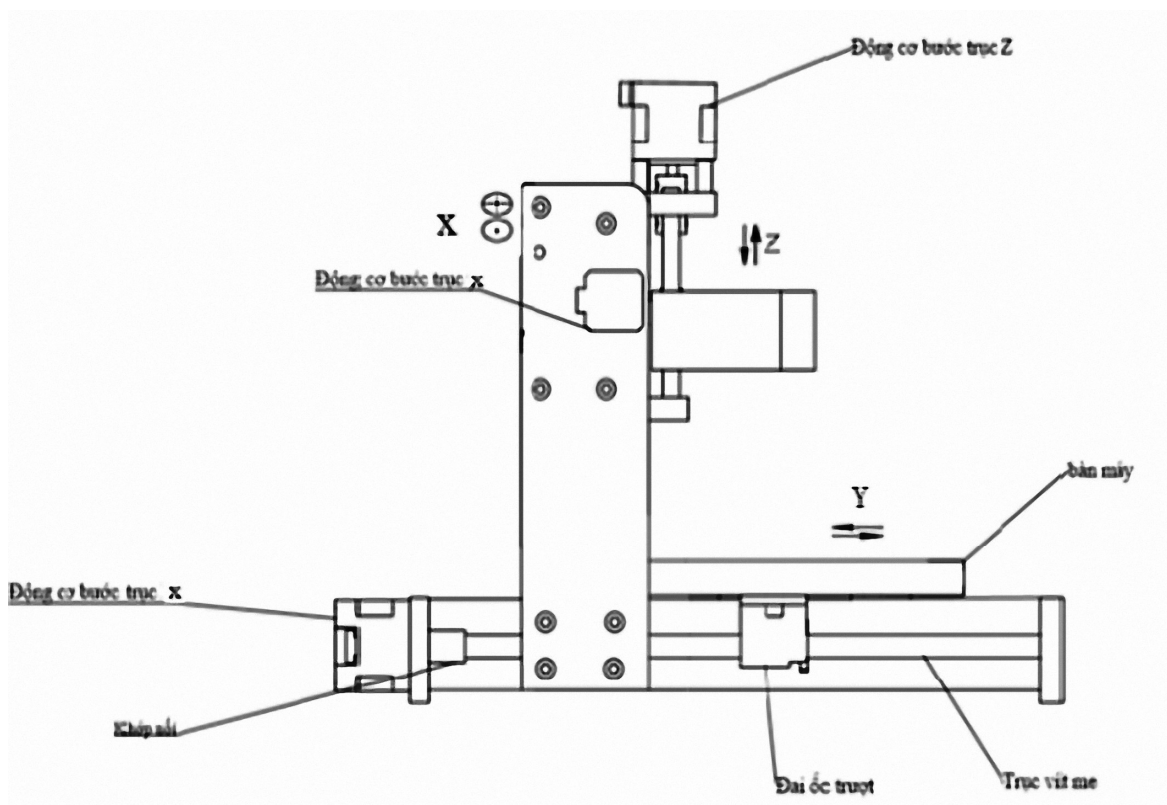
Bảng 1: So sánh ưu nhược điểm giữa các phương án thiết kế

Phương án	Động cơ dẫn động	Bộ truyền	Ưu, nhược điểm
Phương án 1	Động cơ bước	Trục vít me đai ốc thường	- Ưu điểm: Là cấu tạo máy đơn giản hơn, gia công lắp ghép các chi tiết của máy dễ dàng hơn, độ cứng vững cao hơn. - Nhược điểm: Không gian làm việc của đầu Laser bị giới hạn, nếu theo phương án này thì khi bàn máy dịch chuyển sẽ chiếm một diện tích lớn.

Phương án 2	Động cơ bước	Trục vít me đai ốc bi	- Ưu điểm: có tính đa năng, không gian làm việc của đầu cắt Laser lớn, có thể thiết kế cải tiến thêm đầu phay, cắt plasma đặt cố định trên bệ máy để có thể tiện phay kết hợp, do đó có thể nâng cấp lên thành một trung tâm CNC nhiều trục, nhiều tính năng. - Nhược điểm: chi phí chế tạo máy cao do đòi hỏi độ cứng vững của các trục di động, thiết kế lắp ráp khó khăn. Bởi nếu lắp 2 thanh trượt trên trục X lệch, không song song thì hệ thống chạy không êm.
Phương án 3	Động cơ bước	Trục vít me đai ốc bi	- Ưu điểm: Cho kết cấu máy nhỏ gọn và mang tính công nghệ cao hơn so với phương án phôi di chuyển theo một phương. - Nhược điểm: Phương án này có thể gặp khó khăn trong khâu chế tạo vì kết cấu rất phức tạp.

Từ những phương án thiết kế trên chúng tôi quyết định chọn phương án thiết kế thứ nhất vì phù hợp với điều kiện hiện có.

Hình 1. Sơ đồ kết cấu của phương án thiết kế

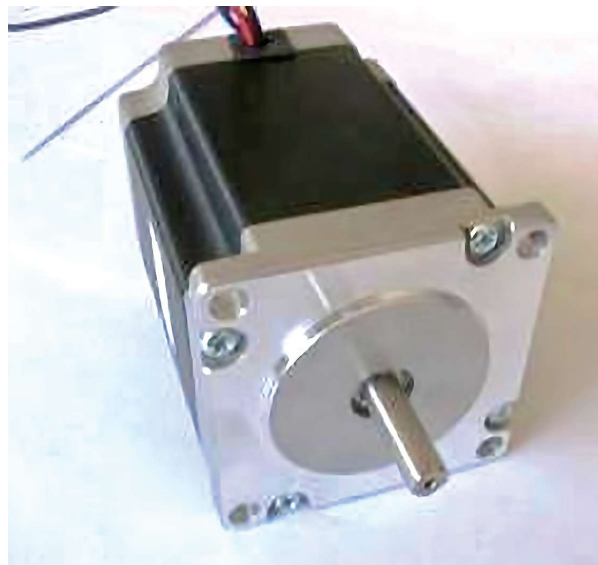


3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả tính toán thiết kế, chế tạo

- Chọn động cơ dẫn động trên máy CNC cho các trục trong thực tế là động cơ servo, với khả năng điều khiển chính xác, đồng thời có một bộ phận phản hồi và bù sai số. Vì là thiết kế và chế tạo máy loại mini nên dùng loại động cơ này là không khả thi, vì thực tế là động cơ servo có giá thành rất đắt. Do đó, trong khuôn khổ đề tài này, chúng tôi dùng động cơ bước để dẫn động các trục vì loại động cơ này dễ điều khiển, giá thành hợp lý và dễ tìm mua. Động cơ bước phổ biến ở thị trường hiện nay là động cơ bước có công suất khoảng 50W.

- Chọn trục vít me đai ốc thường được gắn đồng trục với động cơ thông qua khớp nối, khi động cơ quay, vít me quay. Động cơ và vít me gắn cố định làm cho đai ốc di chuyển dọc trục vít me. Đai ốc thì được gắn chặt vào bộ phận cần chuyển động, (trục X Y Z) tốc độ di chuyển phụ thuộc vào tốc độ động cơ



**Hình 2. Động cơ bước
(nguồn [1])**

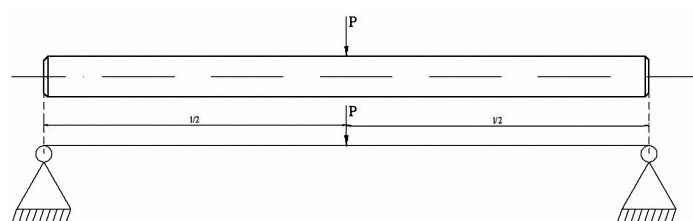
và bước ren của trục vít, một vòng quay của động cơ sẽ làm cho đai ốc dịch chuyển một đoạn bằng bước ren trục vít me, vì vậy tốc độ di chuyển của bộ phận trượt ở phương án này là chậm và có độ chính xác khi chuyển động không cao vì có độ rơ của đai ốc. Dùng động cơ có bước góc càng nhỏ thì độ chính xác di chuyển càng cao.



Hình 3. Trục vít me - đai ốc thường

- Hệ thống dẫn động:

Do máy cắt Laser có công suất cắt thấp, lực cắt sinh ra trong quá trình gia công nhỏ nên phương án cho hệ thống dẫn hướng nhóm thiết kế lựa chọn ở đây là hệ thống thanh trượt tròn kết hợp với bạc trượt bi.



Hình 4. Sơ đồ lực tác dụng lên trục trượt (nguồn [2])

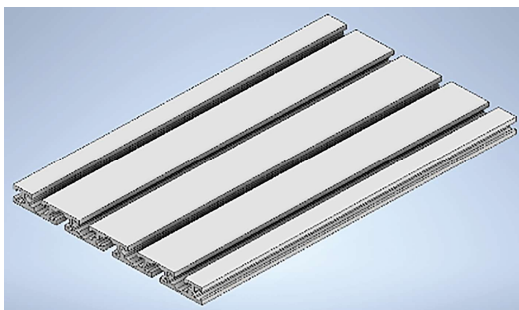
- Các chi tiết khác của máy khắc, cắt laser



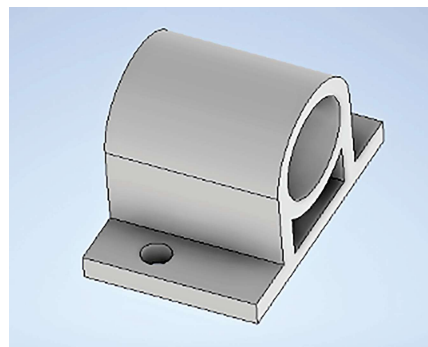
Hình 5. Nhôm định hình bắt giữ khung máy laser



Hình 6. Thanh trượt tròn có vật liệu thép C45



Hình 7. Mặt bàn nhôm 400mm x 180mm x 15mm



Hình 8. Thanh trượt đai ốc chống rơi

Sau khi tính toán và chọn các chi tiết, chúng tôi đã tiến hành mô hình hóa khắc, cắt trên phần mềm Inventor 2020 và máy đã được chế tạo.



Hình 9. Mô hình lắp máy khắc cắt laser hoàn thiện.



Hình 10. Máy khắc cắt laser đã được chế tạo

- Kiểm tra hoạt động của máy

Thử nghiệm khắc trên một số sản phẩm



Hình 11. Khắc logo trên da

3.2. Thảo luận

Từ những lần khảo nghiệm, chúng tôi có một số nhận xét như sau:

- Khắc trên gỗ chọn công suất laser khoảng 70% đến 100%, tốc độ từ 200mm/phút đến 1000mm/phút tùy theo chúng ta muốn nét đậm nhạt và chiều sâu cắt (chiều sâu cắt khắc tối đa là 1.2mm).

- Khắc, cắt trên da chọn công suất laser

khoảng 60% đến 100%, tốc độ khắc từ 200mm/phút đến 600mm/phút tùy theo biên dạng khắc dễ hay khó.

- Trong quá trình cắt khắc laser chúng ta phải đeo mắt kính bảo hộ an toàn trong quá trình khắc.

Từ kết quả thực nghiệm chúng tôi đưa ra

bảng thông số hoạt động của máy:

Bảng 2. Thông số hoạt động của máy

Loại laser	Laser rắn loại bán dẫn diot
Công suất đầu laser	3.5w
Kích thước máy	418x349x270mm
Phạm vi làm việc	300x180mm
Hệ thống điều khiển	Phần mềm Engraver Master, máy tính
Tốc độ khắc	0-1000mm/ph
Độ chính xác	0.1mm
Điện áp	220v-50hz
Độ rộng hình, nét khắc tối thiểu	0.2mm, 0.05mm
Môi trường hoạt động	15°C-35°C
Các định dạng hỗ trợ	PLT, DST, DXF, DWG, JPG....
Trọng lượng máy	5.5 kg (cả động cơ bước)

4. Kết luận và đề nghị

4.1 Kết luận

Sau hơn sáu tháng thực hiện, với sự hỗ trợ của phần mềm Autodesk Inventor 2020, chúng tôi đã thiết kế và chế tạo thành công máy khắc, cắt bằng tia laser.

Quá trình khảo nghiệm cho thấy máy hoạt động tốt và đạt các yêu cầu kỹ thuật đã đặt ra. Máy chạy ổn định, làm việc êm và ít tiếng ồn, máy gia công được trên các vật liệu gỗ, mica, da.

Chiếc máy này đủ điều kiện để làm phương tiện giảng dạy.

Máy còn nhược điểm: Kích thước mô hình hơi nhỏ, do đó không gia công được các chi tiết có tiết diện lớn. Để khắc chính xác phải dùng động cơ servo, vì động cơ này có bộ phận phản hồi và bù sai số, nhưng giá thành của động cơ servo cao.

4.2. Đề nghị

Từ kết quả nghiên cứu nêu trên, chúng tôi tiếp tục hoàn thiện không gian làm việc lớn hơn, phát triển theo phương án dùng vít me đai ốc bi để đạt độ chính xác cao, chịu được tải lớn.

Với việc thay thế đầu cắt laser có công

suất lớn hơn máy khắc, cắt laser này có thể ứng dụng vào các ngành công nghiệp chế tạo khuôn mẫu chính xác. Sử dụng đầu cắt bằng plasma thay cho đầu laser thì có thể cắt vật liệu bằng thép có độ dày lớn hơn.

Phần điều khiển của máy cần điều chỉnh, bổ sung thêm để xác định tọa độ điểm làm việc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS.TS Trần Văn Dịch, *giáo trình công nghệ CNC*, NXB khoa học và kỹ thuật Hà Nội, năm 2004.
- [2] Phan Tấn Tùng, *giáo trình động lực học và điều khiển Robot*, Khoa Cơ khí - Bộ môn Cơ điện tử - Đại học Bách khoa TP HCM, năm 2010.
- [3] Nguyễn Ngọc Đào, *giáo trình CAD-CAM-CN*, NXB Trường đại học sư phạm kỹ thuật TP HCM, năm 2003.
- [4] Phạm Hoàng Vũ, Xa Viết Khoa, Luận văn tốt nghiệp “Tính toán, thiết kế, chế tạo máy in 3D”, Khoa Khoa học Ứng dụng - Bộ môn Cơ Kỹ thuật - Đại học Bách khoa TP HCM.

Ngày nhận bài: 18/06/2020

Ngày gửi phản biện: 18/06/2020