THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THIẾT BỊ CNC CỠ NHỎ TÍCH HỢP VỚI MỎ CẮT PLASMA PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐÀO TẠO TẠI TRƯỜNG CAO ĐẲNG KỸ THUẬT QUÂN SỰ 1

Phạm Ngọc Tuân[1*], Vũ Thị Tâm[2]

Tóm tắt: *CNC là công nghệ điều khiển máy có sự hỗ trợ của máy vi tính đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong việc chế tạo ra các sản phẩm phục vụ đời sống, xã hội. Các máy CNC được trang bị tại Trường Cao đẳng Kỹ thuật quân sự 1 là máy sản xuất công nghiệp, có kết cấu phức tạp, khi học viên thực hành thường xảy ra hư hỏng, tốn nhiều thời gian cho khắc phục sự cố, gây ảnh hưởng đến quá trình học tập của học viên. Bài báo trình bày nội dung nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma giúp học viên được thao tác trên thiết bị trước khi thực hành trên máy CNC công nghiệp nhằm hạn chế hư hỏng xảy ra. Sản phẩm có đầy đủ các tính năng như máy CNC công nghiệp, đồng thời có kích thước nhỏ, khối lượng nhẹ, tính cơ động cao, tính ổn định, độ tin cậy, độ chính xác cao, dễ sử dụng, giá thành hợp lý. Thiết bị sử dụng nguồn điện 220V nên thuận tiện trong quá trình sửa chữa, huấn luyện, đảm bảo yếu tố cơ động trong thời chiến và thời bình.*

Từ khóa: Plasma CNC, thiết bị CNC cỡ nhỏ, sửa chữa vũ khí trang bị, DDCS V2.1, DM542.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, sự bùng nổ của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư đã tác động mạnh mẽ đến sự phát triển của tự động hóa sản xuất. Vai trò của công nghệ tự động trong chiến lược công nghiệp hóa, hiện đại hóa nền kinh tế nói chung và lĩnh vực quân sự nói riêng có ý nghĩa vô cùng quan trọng. Công nghệ điều khiển CNC (Computer Numerical Control) đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong việc chế tạo ra các sản phẩm phục vụ đời sống, xã hội. Đây là công nghệ điều khiển máy có sự hỗ trợ của máy vi tính, có khả năng tự động hóa cao.

Tại Trường Cao đẳng Kỹ thuật quân sự 1 đã được trang bị một số máy gia công cơ khí có công nghệ điều khiển CNC, các máy CNC được trang bị tại Nhà trường là máy sản xuất công nghiệp, có kết cấu phức tạp, khi học viên thực hành thường xảy ra hư hỏng, tốn nhiều thời gian cho khắc phục sự cố, gây ảnh hưởng đến quá trình học tập của học viên. Để tránh tình trạng hư hỏng xảy ra, cần có một thiết bị CNC cỡ nhỏ, có kết cấu đơn giản, dễ sửa chữa để cho học viên thực hành làm quen trước khi tiếp cận với máy CNC công nghiệp. Thực tế, tại nhiều đơn vị sửa chữa vừa và nhỏ, đã được trang bị máy cắt Plasma cầm tay phục vụ thực hiện nhiệm vụ sửa chữa. Tuy nhiên, với những chi tiết phức tạp và yêu cầu chính xác, tiến hành cắt thủ công không đảm bảo chất lượng sản phẩm, gây ảnh hưởng đến chất lượng công tác sửa chữa.

Kế thừa các kết quả nghiên cứu trước đây như: Design and manufacturing of a 4-axis cnc plasma tube cutting machine (Nghi Ngo Thanh et al, 2023); Design and manufacture CNC plasma cutting machines (Nhiem Ngo Hoai et al, 2022); Design and Manufacture of Model for 3-Axis CNC Mini Milling Machine (Thu Trang Nguyen Thi et al, 2018); Design and manufacture a miniature 3-axis CNC wood engraving machine (Bang Tao Quang et al, 2022); Research design and manufacture desktop 3-axis CNC milling machines (Hong Linh Nguyen, 2014); Influences on plasma cutting quality on CNC machine (Kudma et al, 2019); nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma phục vụ công tác đào tạo tại Trường Cao đẳng Kỹ thuật Quân sự 1 giúp nâng cao chất lượng giáo dục đào tạo tại Nhà trường. Hướng tới mục tiêu sản xuất máy CNC cỡ nhỏ cung cấp cho các kho, trạm, xưởng sửa chữa trong toàn quân nhằm nâng cao chất lượng, hiệu quả công tác sửa chữa vũ khí, trang bị kỹ thuật.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả thiết kế thiết bị CNC tích hợp với mỏ cắt Plasma có thể cắt được thép tấm phẳng hoặc không phẳng có chiều dày tùy thuộc vào nguồn Plamsa được tích hợp, giới hạn hành trình theo các hệ trục tọa độ Ox là 450mm, Oy là 650mm, Oz là 100mm. Kích thước tổng thể của

[1]*Khoa Cơ bản-Kỹ thuật cơ sở, Trường Cao đẳng Kỹ thuật Quân sự 1*
[2]*Phòng Hậu cần-Kỹ thuật, Trường Cao đẳng Kỹ thuật Quân sự 1*
[*] *Tác giả liên hệ*

thiết bị 1100x900x1200mm được điều khiển bằng động cơ bước, nguồn điện cấp cho thiết bị là 220V.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết về công nghệ cắt Plasma

Máy cắt Plasma dựa vào nguyên lý hoạt động của loại khí Plasma để thực hiện quá trình gia công cắt gọt kim loại. Nguyên lý gia công Plasma dựa trên nhiệt độ cao và tốc độ di chuyển lớn

của dòng khí phun từ miệng của đầu cắt Plasma để cắt đứt vật liệu bằng kim loại.

Các loại khí thường sử dụng trong quá trình cắt Plasma là khí Oxi, Nitơ, không khí ở dạng làm sạch và nén hoặc hỗn hợp khí Hydro-Argon. Khí Nitơ thường được sử dụng để cắt các kim loại màu vì nó cho bề mặt cắt sạch nhất. Khí Oxi giúp cải thiện vấn đề truyền năng lượng vào hồ quang với cơ chế phân ly tái hợp. Không khí được sử dụng phổ biến nhất để cắt Plasma.

Để cắt được kim loại, máy cắt Plasma có nguyên lý hoạt động như sau:

+ Giai đoạn 1: Tín hiệu khởi động được gửi tới nguồn công suất DC. Khi đó, đồng thời xuất hiện điện áp mạch hở (OCV) và khí phun ra mỏ cắt.

+ Giai đoạn 2: Sau khi có luồng khí ổn định, mạch tần số cao (HF) được kích hoạt. HF phóng hồ quang giữa điện cực và đầu phun bên trong mỏ cắt và hồ quang làm cho khí thổi qua đó bị ion hóa. Khí dẫn điện tạo nên dòng điện giữa điện cực và đầu phun và kết quả là hình thành hồ quang mồi (pilot arc).

+ Giai đoạn 3: Khi hồ quang mồi tiếp xúc với vật cắt, hồ quang Plasma hình thành giữa điện cực và vật cắt. Hồ quang Plasma làm nóng chảy kim loại, và luồng khí tốc độ cao thổi đi kim loại nóng chảy.

+ Giai đoạn 4: Sau khi tạo được dòng hồ quang Plasma ổn định, mạch tần số cao bị ngắt.

2.2. Nghiên cứu, thiết kế chế tạo thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma

2.2.1. Yêu cầu về thiết kế thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma

Yêu cầu kỹ thuật của thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma:

- Đảm bảo độ cứng vững khi làm việc.
- An toàn, dễ vận hành khi sử dụng.
- Hoạt động hiệu quả, chất lượng sản phẩm tốt.
- Dễ vệ sinh, lau chùi, sửa chữa, bảo trì, thay thế các chi tiết khi hỏng hóc.
- Chi phí, giá thành phù hợp.
- Khả năng tự động hóa cao.

Hành trình và kích thước sơ bộ của thiết bị:

- Hành trình tối đa theo phương trục X khoảng 450 mm;
- Hành trình tối đa theo phương trục Y khoảng 650 mm;
- Hành trình tối đa theo phương trục Z khoảng 100 mm;
- Kích thước bao của thiết bị (dài x rộng x cao): 1100x900x1200 mm

2.2.2. Thiết kế hệ thống truyền động cơ khí

Để đảm bảo độ chính xác, hệ thống truyền động cơ khí cực kỳ quan trọng, tác giả lựa chọn hệ thống truyền động vít me-đai ốc bi. Quá trình tính toán, thiết kế được thực hiện như sau:

Chọn vật liệu:

- Vật liệu chế tạo vít me thép 15CrMnSi.
- Vật liệu chế tạo đai ốc bi thép 18CrMnTi.
- Mặt làm việc của cơ cấu vít me - đai ốc bi cần được tôi đến độ cứng HRC 60.

Xác định lực dọc trục (F_a):

Tiếp xúc giữa bi và rãnh vít dạng nửa cung tròn (hình 2) được sử dụng phổ biến nhất, bán kính rãnh r_1 gần bằng bán kính viên bi R_1 sẽ giảm tối đa ứng suất tiếp xúc, có thể chọn $r_1/R_1 = 0,95 \div 0,97$, giá trị r_1/R_1 sẽ làm tổn thất do ma sát 1 cách rõ rệt.

Trong đó:

- P là trọng lượng của đối trọng, N;
- N là phản lực, N;
- Lực $F = P.\cos 45^0$, N;
- Lực ma sát $F_{ms} = f.N$, N.

Thay vào ta được: $F_a = F + F_{ms}$

Với các thông số đầu vào của thiết bị:

P là trọng lượng của đối trọng; P = 30 kg = 300 N;

N là phản lực; N = P = 300 N;

Lực $F = P.\cos 45^0 = 300.\cos 45^0 = 212,13$ N;

Lực ma sát $F_{ms} = f.N = 0,1.300 = 30$ N.

Thay vào ta được: $F_a = F + F_{ms} = 212,13 + 30 = 242,13$ N

Xác định sơ bộ đường kính trong d_1:

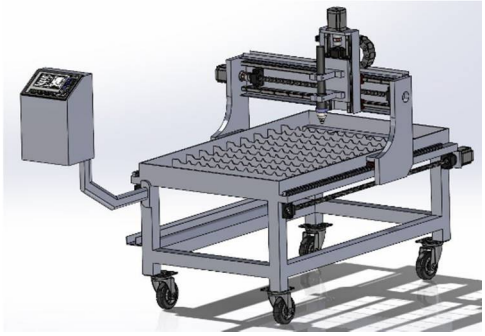
$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4.1,3F_a}{\pi[\sigma_K]}} \quad (1)$$

Trong đó: F_a - lực dọc trục, N; $[\sigma_k] = [\sigma_n] = \sigma_{ch}/3$ với σ_{ch} - giới hạn chảy của vật liệu vít me.

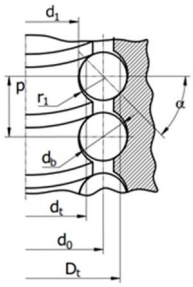
Thay vào công thức (1), ta được:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4.1,3F_a}{\pi[\sigma_K]}} = \sqrt{\frac{4.1,3.3.F_a}{\pi[\sigma_{ch}]}} = \sqrt{\frac{4.1,3.3.242,13}{\pi.300}} = 2,00(\text{mm})$$

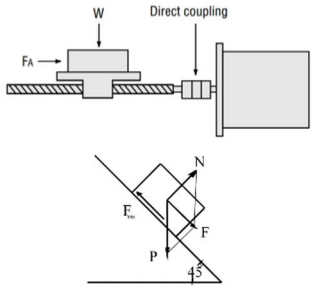
Chọn đường kính trong của trục vít me sử dụng cho hệ thống truyền động trục X, Y theo dãy tiêu chuẩn trong thực tế $d_1 = 08$ mm.



Hình 1. Mô hình 3D thiết bị



Hình 2. Các thông số hình học

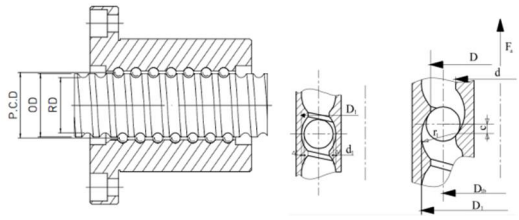


Hình 3. Sơ đồ tính toán lực

Chọn các thông số của bộ truyền:

Theo tiêu chuẩn tính chọn thiết bị dẫn động DIN 69051:

- Đường kính bi, chọn d_b = 3,175 mm
- Bước vít, chọn p = 02 mm
- Đường kính vòng tròn đi qua các tâm bi (theo tiêu chuẩn của hãng HIWIN): D_{tb} = PCD = 25,6 mm



Hình 4. Kích thước hình học theo tiêu chuẩn

Chọn loại vít me - đai ốc bi là model 25-5T3 (Hình 5).

Trên cơ sở chọn kích thước cho trục vít me, lựa chọn được các thông số cho đai ốc bi.

Kiểm nghiệm bền trục vít me:

Tải trọng riêng dọc trục được xác định theo công thức:

$$q_a = F_a / \left(Z_b d_b^2 \lambda\right) \qquad (2)$$

Trong đó: F_a là lực dọc trục, N;

Z_b là số bi trên các vòng ren làm việc, $Z_b = \pi D_{tb} K / d_b - 1$

γ là hệ số phân bố không đều tải trọng cho các viên bi, γ = 0,8.

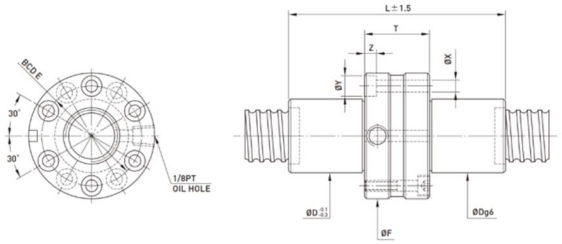
Thay vào công thức (2), ta được:

$$q_a = F_a / \left(Z_b d_b^2 \lambda\right) = 484,26 / \left(33,94.4,763^2.0,8\right) = 0,79\left(\text{MPa}\right)$$

Từ khe hở tương đối và tải trọng riêng dọc trục q_a ta xác định ứng suất lớn nhất $\sigma_{max} \approx 2200$ MPa

Trị số σ_{max} thỏa mãn điều kiện: $\sigma_{max} \le \left[\sigma_{max}\right]$

Với $[\sigma_{max}]$ = 5000 MPa



Model	Size		P.C.D.	RD	Ball Dia.	Circuits	Stiffness K (kgf/μm)	Dynamic Load C (kgf)	Static Load Co (kgf)	Nut		Flange			Bolt		
	Nominal Dia.	Lead								D	L	F	T	BCD-E	X	Y	Z
20-5T3	20	5	20.6	17.324	3.175	3	39	852	1767	34	100	58	30	46	5.5	9.5	5.5
20-5T4	20	5	20.6	17.324	3.175	4	54	1091	2356	34	110	58	30	46	5.5	9.5	5.5
20-6T3	20	6	20.8	16.744	3.969	3	39	1091	2081	36	111	58	29	46	5.5	9.5	5.5
20-6T4	20	6	20.8	16.744	3.969	4	54	1398	2774	36	127	58	29	46	5.5	9.5	5.5
25-5T3	25	5	25.6	22.324	3.175	3	55	977	2314	40	100	63	30	51	5.5	9.5	5.5
25-5T4	25	5	25.6	22.324	3.175	4	73	1252	3085	40	110	63	30	51	5.5	9.5	5.5
25-6T3	25	6	25.8	21.744	3.969	3	56	1272	2762	40	111	63	29	51	5.5	9.5	5.5
25-6T4	25	6	25.8	21.744	3.969	4	75	1628	3682	40	127	63	29	51	5.5	9.5	5.5
32-5T3	32	5	32.6	29.324	3.175	3	64	1117	3081	48	100	75	30	61	6.6	11	6.5
32-5T4	32	5	32.6	29.324	3.175	4	82	1431	4108	48	110	75	30	61	6.6	11	6.5
32-6T3	32	6	32.8	28.744	3.969	3	65	1446	3620	50	111	75	29	61	6.6	11	6.5
32-6T4	32	6	32.8	28.744	3.969	4	84	1852	4826	50	127	75	29	61	6.6	11	6.5
32-8T3	32	8	33	28.132	4.763	3	68	1810	4227	52	139	84	35	68	9	14	8.5
32-8T4	32	8	33	28.132	4.763	4	82	2317	5635	52	157	84	35	68	9	14	8.5
32-10T3	32	10	33.4	26.91	6.350	3	68	2539	5327	56	165	88	35	70	9	14	8.5
32-10T4	32	10	33.4	26.91	6.350	4	82	3252	7102	56	185	88	35	70	9	14	8.5
40-5T4	40	5	40.6	37.324	3.175	4	99	1599	5280	54	115	90	35	72	9	14	8.5
40-5T6	40	5	40.6	37.324	3.175	6	146	2265	7919	54	135	90	35	72	9	14	8.5

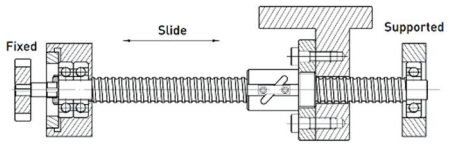
Hình 5. Chọn loại vít me - đai ốc bi theo tiêu chuẩn của hãng HIWIN

Tính toán tương tự, ta lựa chọn đường kính trong của trục vít me sử dụng cho hệ thống truyền động trục Z theo dãy tiêu chuẩn trong thực tế d_1 = 20 mm, bước p = 10, đường kính bi d_b = 3,175 mm, model 20-5T3.

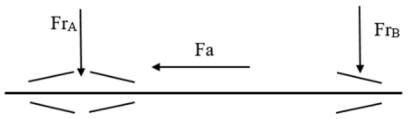
Tính toán lựa chọn ổ lăn cho trục vít me:

Trong cơ cấu bàn trượt trục X, Y và Z, tải trọng chủ yếu tác động lên ray dẫn hướng, do đó mà lực tác dụng theo phương vuông góc lên cơ cấu trục vit me là không đáng kể hay nói cách khác khi tính toán đến ổ lăn trục vít me chỉ để ý đến lực dọc trục tác dụng lên trục vít me và có thể xem F_r = 0. Tuy nhiên trong quá trình hoạt động xảy ra hiện tượng rung lắc trong cơ cấu, do đó yếu tố định tâm cũng quan trọng, do vậy ta chọn ổ bi đỡ chặn. Loại ổ này vừa có tác dụng đỡ vừa có tác dụng chặn.

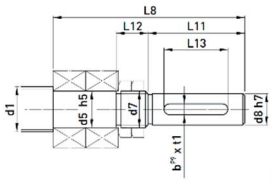
Theo tiêu chuẩn với đường kính trục vít me d_1 = 25 mm chọn kích thước đoạn trục lắp với ổ lăn d_5 = 20 mm. Sử dụng module Bearing trong phần mềm SolidWorks để tính toán thiết kế ổ lăn. Theo tiêu chuẩn, ta lựa chọn loại ổ lăn đỡ chặn model DIN 628 - 7304B có các thông số B = 15 mm, d = 20 mm, D = 52 mm.



Hình 6. Kết cấu bố trí ổ lăn cho trục vít me



Hình 7. Sơ đồ tính toán ổ lăn cho trục vít



a)

Model	d1	d5	d6	d7	d8	E	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	bxt1	Recommended Bearing I.II.III DIN625	Recommended Bearing III.IV.V DIN625 628 720
10	10	8	7.6	M8x0.75	6	6	16	7	29	26	0.9	39	50	56	18	10	12	3.0x1.8	608	738B
12	12	8	7.6	M8x0.75	6	6	16	7	29	26	0.9	39	50	56	18	10	12	3.0x1.8	608	738B
14	14	10	9.6	M10x0.75	8	8	20	9	37	34	1.15	45	54	62	20	10	14	3.0x1.8	6200	7200BTVP
16	16	12	11.5	M12x1	10	8	21	10	41	38	1.15	46	56	66	20	10	14	4.0x2.5	6201	7301BTVP
20	20	15	14.3	M15x1	12	-	22	11	47	44	1.15	55	70	84	25	13	16	5.0x3.0	6202	7202BTVP

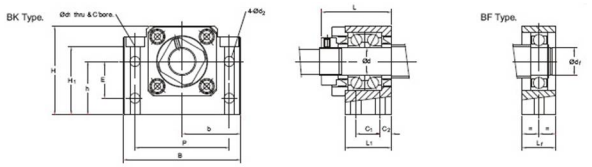
b)

Hình 8. Kết cấu trục, ổ đỡ chặn (a) và bảng thông số kết cấu ổ lăn của hãng HIWIN (b)

Tính toán tương tự, ta lựa chọn loại ổ lăn đỡ chặn cho bộ truyền vít me đai ốc bi trục Z là model DIN 628 - T1 7201B có các thông số B = 10mm, d = 12mm, D = 32mm.

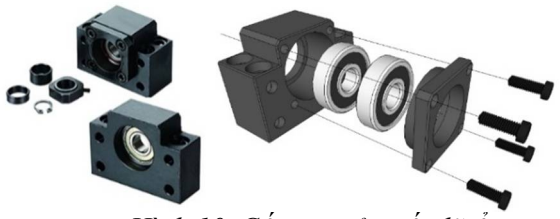
Lựa chọn gối đỡ ổ lăn:

Theo yêu cầu thiết kế và chế tạo của cụm dẫn động trục vít me, ta lựa chọn phương án là sử dụng các sản phẩm gối đỡ trục có bán sẵn ngoài thị trường.



Part No	Body Sizes B	H	H1	Datum +0.02 b	+0.02 h	Fixing Holes E	P	d1	d2	Fixed Bearing Unit (BK) Part No	L	L1	d	Bearing	C1	C2	Floating Bearing Unit (BF) Part No	df	Bearing	Lf
BK/BF10	60	39	28	30	22	15	46	6.6	5.5	BK10	34	25	10	7000DFGMP5	13	6	BF10	8	608ZZ	20
BK/BF12	60	43	31	30	25	18	46	6.6	5.5	BK12	34	25	12	7001DFGMP5	13	6	BF12	10	6000ZZ	20
BK/BF15	70	48	32	35	28	18	54	6.6	5.5	BK15	38	27	15	7002DFGMP5	15	6	BF15	15	6002ZZ	20
BK/BF17	86	64	47	43	39	28	68	9.0	6.6	BK17	51	35	17	7203DFGMP5	19	8	BF17	17	6203ZZ	23
BK/BF20	88	60	42	44	34	22	70	9.0	6.6	BK20	51	35	20	7004DFGMP5	19	8	BF20	20	6004ZZ	26
BK/BF25	106	80	59	53	48	33	85	11.0	9.0	BK25	63	42	25	7205DFGMP5	22	10	BF25	25	6205ZZ	30
BK/BF30	128	89	65	64	51	33	102	14.0	11.0	BK30	70	45	30	7206DFGMP5	23	11	BF30	30	6206ZZ	32
BK/BF35	140	96	66	70	52	35	114	14.0	11.0	BK35	79	50	35	7207DFGMP5	26	12	BF35	35	6207ZZ	32
BK/BF40	160	110	73	80	60	37	130	18.0	14.0	BK40	91	61	40	7208DFGMP5	33	14	BF40	40	6208ZZ	37

Hình 9. Các thông số kích thước của gối đỡ BK/BF



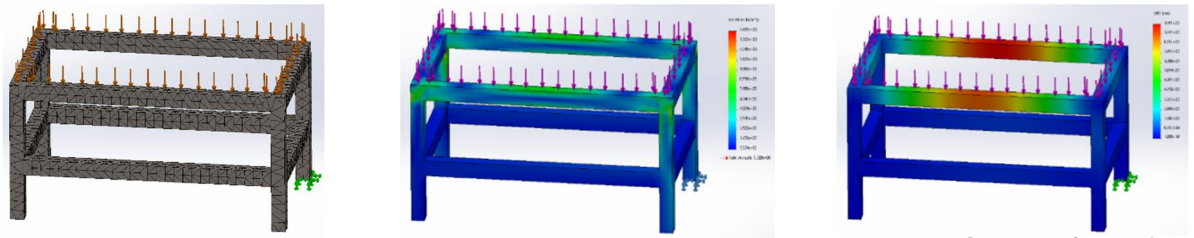
Hình 10. Cấu tạo của gối đỡ ổ

Qua tìm hiểu và tham khảo các dạng gối đỡ, ta chọn loại gối đỡ được chế tạo theo tiêu chuẩn loại BK15 và BF15 dùng cho trục X, Y; BK12 và BF12 dùng cho trục Z (Hình 9, 10).

2.2.3. Tính toán, thiết kế khung đỡ thiết bị, giá đỡ phôi và máng hứng phoi

Kết cấu khung đỡ của thiết bị CNC có nhiệm vụ đỡ toàn bộ các bộ phận đặt trên nó và đảm bảo điều kiện bền và ổn định khi các thiết bị này hoạt động. Kết cấu khung đỡ của thiết bị CNC là các thanh thép hộp được liên kết với nhau bằng liên kết hàn. Kích thước khung đỡ được tính toán phù hợp với thiết bị CNC được thiết kế. Khi gia công cần chú ý đến độ song song, độ vuông góc và độ phẳng hai thành bên của khung đỡ, đặc biệt tại vị trí gá đặt bộ phận dẫn hướng. Tiến hành xây dựng mô hình 3D khung đỡ thiết bị, sử dụng môđun Simulation trong phần mềm SolidWorks để kiểm bền.

Tiến hành kiểm bền với các kích thước khác nhau của vật liệu chế tạo, với vật liệu làm khung đỡ là thép hộp vuông C45 với các kích thước 50x50x2 mm, thu được kết quả như sau: ứng suất lớn nhất tác dụng lên khung đỡ có giá trị $1{,}497.10^6$ (N/m^2) nhỏ hơn ứng suất chảy của vật liệu là $5{,}300.10^6$ (N/m^2), được phân bố tại vị trí các góc hàn và phần chính giữa cạnh dài nhất của khung đỡ (Hình 11b). Chuyển vị (độ võng) lớn nhất tại phần chính giữa cạnh dài nhất của khung đỡ với giá trị $9{,}975.10^{-3}$ (mm) (Hình 11c).



a) Sơ đồ phân bố tải trọng *b) Sơ đồ phân bố ứng suất* *c) Sơ đồ phân bố chuyển vị*

Hình 11. Tính toán thiết kế khung đỡ thiết bị trên phần mềm SolidWorks 2018

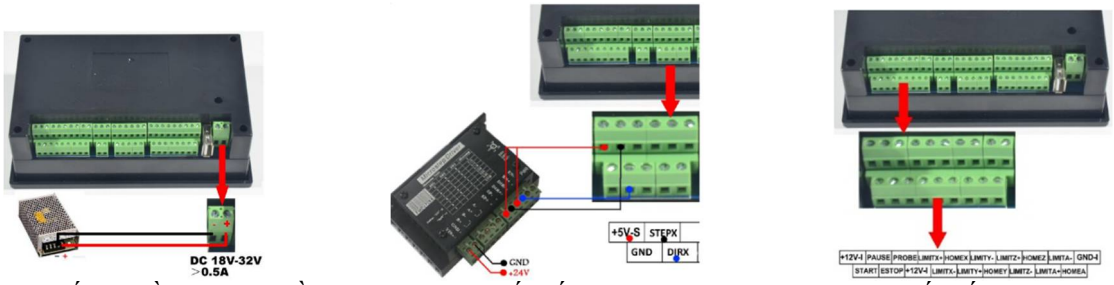
Với thông số tải tác dụng lên khung đỡ thiết bị dự kiến khoảng 300 N, qua mô phỏng bằng phần mềm cho kết quả ứng suất sinh ra tại các vị trí nằm trong khoảng giới hạn cho phép, chuyển vị của khung đỡ rất nhỏ. Vì vậy, với kích thước và vật liệu trên, khung đỡ thiết bị đảm bảo bền.

2.2.4. Thiết kế hệ thống điều khiển

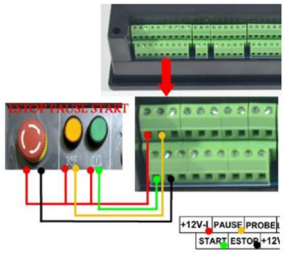
Hiện nay, có nhiều bộ điều khiển các thiết bị CNC, qua nghiên cứu kỹ các ưu, nhược điểm của từng hệ thống điều khiển và hướng phát triển của thiết bị CNC được chế tạo, tác giả lựa chọn sử dụng bộ điều khiển DDCS V2.1 cho thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma (Hình 12a).

a) Bộ điều khiển DDCSV2.1 3 trục — *b) Driver LeadShine M542* — *c) Công tắc hành trình* — *d) Nguồn cấp DC 24V 10A*

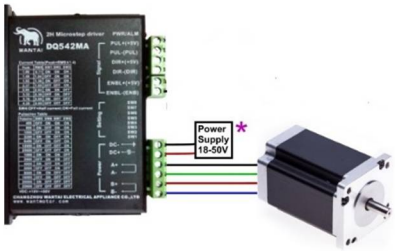
Hình 12. Một số linh kiện hệ thống điều khiển



a) Vị trí cấp nguồn cho bộ điều khiển DDCS V2.1 — *b) Vị trí kết nối với Driver và động cơ* — *c) Vị trí kết nối với cảm biến và các trục*

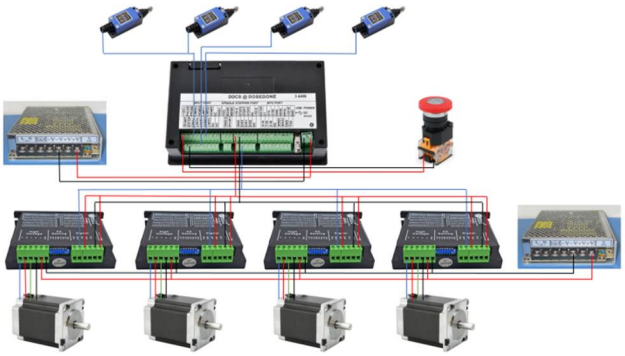


d) Vị trí kết nối với Start, Stop



e) Kết nối giữa driver và động cơ

Hình 13. Sơ đồ đấu nối hệ thống điều khiển



Hình 14. Sơ đồ mạch điều khiển máy

Driver là thiết bị nhận và khuếch đại tần số tín hiệu từ mạch BOB CNC. Mỗi driver được yêu cầu gắn cho một động cơ sẽ được sử dụng. Driver sẽ khuếch đại các tín hiệu bước lên mười lần cho mỗi động cơ. Số đơn vị bước cho mỗi vòng quay một động cơ bước là 200/vòng ($1{,}8^0$ = 1 bước) sẽ khuếch đại lên thành 2000 bước/vòng, dẫn đến độ phân giải cao hơn và điều chỉnh chính xác hơn.

Các công tắc hành trình được bố trí tại các vị trí đầu và cuối hành trình di chuyển của bàn dùng để xác định và báo cho chương trình biết để xử lý vị trí hết cữ, ngoài ra nó còn được dùng trong việc bố trí tại vị trí "Home" của máy. Các công tắc hành trình thường có 2 trạng thái là thường đóng NC (Normally Close) hoặc thường mở (Normally Open). Ở đây ta đấu nối ở trạng thái NC (dễ nhận biết hỏng hóc do

đứt dây) và 2 công tắc ở mỗi đầu hành trình của trục được mắc nối tiếp với nhau (Hình 12c).

Nguồn cung cấp cho động cơ bước và nguồn nuôi vi điều khiển ta sử dụng nguồn một chiều DC24V - 10A (Hình 12d).

Sơ đồ đấu nối hệ thống điều khiển được thể hiện như trong hình 13, sơ đồ mạch điều khiển được trình bày ở hình 14.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Tác giả đã tiến hành gia công, chế tạo và lắp ráp các cụm chi tiết của hệ thống truyền động cơ khí theo trục tọa độ X, Y, Z. Sau đó, lắp hệ thống điện và lập trình điều khiển. Dưới đây là hình ảnh thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma hoàn chỉnh (Hình 15a).

Sau khi tiến hành gia công, chế tạo, lắp ráp hoàn chỉnh thiết bị, tiến hành chạy thử nghiệm. Kết quả cắt phôi tấm và thép hộp đảm bảo các yêu cầu đề ra, đường nét cắt khá mịn, đẹp, đúng kích thước, sai số dao động trong khoảng từ 0,5 đến 1,0 mm (Hình 15b). Như vậy, từ máy cắt Plasma cầm tay, độ chính xác nét cắt phụ thuộc hoàn toàn vào yếu tố con người, các hình vẽ phức tạp khó thực hiện được. Sau khi tích hợp mỏ cắt Plasma cầm tay trên thiết bị CNC cỡ nhỏ, chúng ta hoàn toàn có thể biến máy thủ công thành máy tự động hóa, hiện đại, thực hiện các nhiệm vụ theo yêu cầu của người sử dụng.

a) Thiết bị sau khi lắp ráp hoàn thiện

b) Sản phẩm cắt thử nghiệm

Hình 15. Thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma và sản phẩm khi cắt thử nghiệm

Ngoài ra, với thiết bị CNC được thiết kế chế tạo, khi có nhu cầu hoàn toàn có thể cải tiến dễ dàng sang các loại máy cắt laser CNC, phay CNC, … Đây chính là khả năng thích ứng cao trong mọi nhiệm vụ. Hơn nữa, với kích thước nhỏ gọn, thiết bị có tính cơ động cao, có thể đến nơi thực hiện nhiệm vụ sửa chữa một cách nhanh chóng, dễ dàng. Sử dụng nguồn điện 220V giúp thiết bị có thể hoạt động tốt trong điều kiện rừng núi, sử dụng máy phát điện, đáp ứng yêu cầu thời chiến.

4. KẾT LUẬN

Thiết bị CNC cỡ nhỏ tích hợp với mỏ cắt Plasma đã được thiết kế, chế tạo hoàn chỉnh, đáp ứng yêu cầu nhiệm vụ đề ra. Các bộ phận đã được tính toán, thiết kế, chế tạo, lựa chọn chủng loại phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật đảm bảo dễ dàng tìm kiếm, thay thế khi có hư hỏng. Sơ đồ lắp ráp, đấu nối các chi tiết cấu thành từng bộ phận đã được trình bày rõ ràng. Sản phẩm được sử dụng trong công tác đào tạo và nghiên cứu nhằm nâng cao chất lượng đào tạo đội ngũ nhân viên kỹ thuật tại Trường Cao đẳng Kỹ thuật Quân sự 1.

Các kết quả trên là cơ sở quan trọng chứng minh khả năng gia công, lắp ráp, lập trình điều khiển thiết bị CNC cỡ nhỏ với số lượng lớn để cung cấp cho các kho, trạm, xưởng trong toàn quân phục vụ công tác sửa chữa vũ khí, trang bị kỹ thuật trên cơ sở tích hợp với máy cắt Plasma cầm tay có sẵn tại đơn vị. Thiết bị có thể được cải tiến thành các loại máy cắt laser CNC, phay CNC, hàn tự động,...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Phạm Ngọc Tuân, Vũ Minh Đức, *Nghiên cứu tính toán thiết kế bộ truyền vít me-đai ốc bi trong thiết bị CNC*, Tạp chí Kỹ thuật Trang bị, Tổng cục Kỹ thuật, Quân đội Nhân dân Việt Nam, 2024, No.283, pp. 33-36.

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

Nghi Ngo Thanh, Phuoc Vinh Dang, Tien Tran Van, *Design and manufacturing of a 4-axis cnc plasma tube cutting machine,* Journal of Science and Technology – University of Danang, 2023, pp. 84-90.

Nhiem Ngo Hoai, Duy Phuong Nguyen, Thi Cao Van, *Design and manufacture CNC plasma cutting machines*, MeKong University Scientific Journal, 2022, pp. 57-64.
Thu Trang Nguyen Thi, Cuong Pham Thanh, *Design and Manufacture of Model for 3-Axis CNC Mini Milling Machine*, Vietnam J.Agri.Sci.2018, Vol. 16, No. 11, pp. 1005-1016.
Bang Tao Quang, Di Khang Nguyen Hung, *Design and manufacture a miniature 3-axis CNC wood engraving machine*, Journal of Science and Technology–University of Danang, 2022, No.2, pp. 97-101.
Hong Linh Nguyen, *Research design and manufacture desktop 3-axis CNC milling machines*, Vietnam Mechanical Magazine, 2014, No.4, pp. 54-59.
Huong Nguyen Van, Hoang Vu, *Researching into applying CAD/CAM software to program to running the knife that always moves tangent to the curve for non-metallic sheet cutting machine*, Journal of Irrigation and Environmental Science and Technology, 2019, pp. 259-263.
Kudma, Lukas, Fries, Jiri and Merta, Marek, *Influences on plasma cutting quality on CNC machine*, Multidisciplinary Aspects of Producttion Engineering, vol.2, no.1, 2019, pp. 108-117.
https://thietbikhangan.vn/tin-tuc/tim-hieu-ve-nguyen-ly-cau-tao-cua-may-cat-plasma-81.html
www.hiwin.tw

Abstract:

DESIGN AND MANUFACTURE OF SMALL CNC EQUIPMENT INTEGRATED WITH PLASMA CUTTING TORCHES FOR TRAINING AT MILITARY TECHNICAL COLLEGE 1

CNC is a computer-aided machine control technology that has been widely applied in manufacturing products to serve life and society. CNC machines equipped at Military Technical College 1 are industrial production machines with complex structures. During training, students often experience malfunctions, wasting time on troubleshooting and affecting their learning process. This paper present research on the design and manufacture of small CNC equipment integrated with plasma cutting torches to help students operate the equipment before practicing on industrial CNC machines to limit damage. The product has all the features of an industrial CNC machine, small size, light weight, high mobility, stability, reliability, high accuracy, ease of use, low price. The device uses a 220V power source for convenience during repair and training, ensuring mobility in both wartime and peacetime.

Keywords: Plasma CNC, small CNC equipment, repair weapons and equipment, DDCS V2.1, DM542.

Ngày nhận bài: 08/12/2025

Ngày chấp nhận đăng: 25/02/2026