
MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài luận án

Để dần đáp ứng nhu cầu về các loại vũ khí cho Quân đội, trong đó có các loại pháo, nhiệm vụ đặt ra cho ngành cơ khí chế tạo trong Quân đội cũng như ngoài Quân đội là nghiên cứu, thiết kế chế tạo được các loại vũ khí nói chung và pháo nói riêng trong nước.

Vấn đề khó khăn nhất trong việc chế tạo các loại pháo trong nước là vấn đề công nghệ chế tạo vật liệu và công nghệ chế tạo các chi tiết của pháo. Trong công nghệ chế tạo các chi tiết của pháo thì vấn đề công nghệ và thiết bị chế tạo nòng pháo là cơ bản nhất, nó cũng là một chi tiết quan trọng nhất, khó chế tạo nhất, trong đó phải kể đến rãnh xoắn trong nòng pháo. Nòng pháo càng lớn, càng dài thì việc chế tạo càng phức tạp, chi phí càng lớn.

Vì vậy nghiên cứu sinh chọn đề tài: ***“Nghiên cứu công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu”*** là một vấn đề thực sự cấp thiết, có tính mới về khoa học công nghệ và khả năng ứng dụng cao ở Việt Nam hiện nay.

2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài luận án

Nghiên cứu công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu cơ bản trên thế giới. Tìm hiểu công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu ở Việt Nam. Trên cơ sở thực tế nghiên cứu công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu có tỷ lệ chiều dài và đường kính lỗ nòng pháo cỡ vừa và lớn ($L/d > 50$).

Nghiên cứu, tính toán thiết kế trang bị công nghệ, cải tạo máy tiện vạn năng thành máy gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu (máy chuốt rãnh nòng, máy điện hóa) để chế tạo rãnh nòng pháo cỡ vừa và lớn ($L/d > 50$).

Lập quy trình công nghệ gia công rãnh xoắn nòng pháo. Lựa chọn chế độ cắt tiến hành thực nghiệm công nghệ chế tạo một số chi tiết điển hình.

Trên cơ sở trang bị công nghệ đó có thể kết luận về tính khả thi và kiểm tra một số bước công nghệ, có thể đưa ra kết luận cần thiết khi gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu.

3. Đối tượng nghiên cứu

Chọn công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu nước ngoài để nghiên cứu thiết kế trang thiết bị và công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu tại Việt Nam.

Chọn nòng pháo là chi tiết điển hình để nghiên cứu, thử nghiệm công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu.

4. Nhiệm vụ nghiên cứu

“Nghiên cứu công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu” để giải quyết nhiệm vụ luận án đã nêu trên nhiệm vụ nghiên cứu luận án như sau:

Nghiên cứu tổng quan về công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu trong và ngoài nước, thiết bị gia công rãnh xoắn trong và ngoài nước để đưa ra thiết kế, cải tạo trang thiết bị, công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu và thử nghiệm công nghệ gia công nòng pháo cỡ vừa phù hợp điều kiện kinh tế ở nước ta.

5. Phạm vi nghiên cứu, cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

- Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết về công nghệ gia công rãnh xoắn ở nước ngoài, lựa chọn thiết bị sẵn có trong nước để nghiên cứu, thiết kế trang thiết bị chuyên dùng cho công nghệ gia công rãnh xoắn nòng pháo phù hợp công nghệ tại Việt Nam.

- Tiếp cận công nghệ hiện đại gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu nước ngoài, ứng dụng công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu tại Việt Nam cho phù hợp.

- Phương pháp nghiên cứu: Kết hợp nghiên cứu lý thuyết với thực nghiệm, dựa trên cơ sở nghiên cứu trước đây của các nghiên cứu sinh và đồng nghiệp.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài luận án

- Kết quả khoa học của đề tài luận án của nghiên cứu sinh sẽ giúp bổ sung cơ sở lý luận khoa học và ứng dụng thực tiễn trong sự phát triển chung của ngành công nghệ chế tạo máy ở nước ta, tạo bước đột phá mới trong định hướng nghiên cứu chế tạo sản phẩm cơ khí có trình độ KHCN cao.

- Góp phần đào tạo nâng cao năng lực chuyên môn nghiệp vụ cho đội ngũ cán bộ KHCN nội sinh trong lĩnh vực công nghệ chế tạo máy.

7. Các điểm mới của luận án

- Luận án khoa học đã hệ thống hóa toàn bộ lý thuyết về công nghệ gia công rãnh xoắn nước ngoài và ứng dụng công nghệ gia công rãnh xoắn vào điều kiện sản xuất tại Việt Nam mà các nghiên cứu trước đây chưa có.

- Luận án đã đưa ra quy trình công nghệ gia công, rãnh xoắn nói chung và quy trình công nghệ gia công nòng pháo nói riêng phù hợp với điều kiện của nước ta. Chế tạo thử nghiệm thành công nòng pháo 37mm.

- Lần đầu tiên với công nghệ gia công rãnh xoắn luận án đã đưa ra chế tạo rãnh xoắn nòng pháo kết hợp công nghệ gia công điện hóa rãnh xoắn (gia công thô), công nghệ gia công tinh bằng phương pháp chuốt phù hợp điều kiện ở Việt Nam.

- Tính mới của luận án còn thể hiện trong việc nghiên cứu, lựa chọn, cải tạo thiết bị vạn năng thành thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu chuyên dùng.

8. Bố cục của luận án

Với nhiệm vụ luận án đã nêu ở trên nội dung luận án được bố cục như sau:

Chương 1: Tổng quan về công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu.

Chương 2: Công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu.

Chương 3: Nghiên cứu, thiết kế thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu.

Chương 4: Nghiên cứu, thiết kế dụng cụ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu.

Chương 5: Nghiên cứu thực nghiệm và xử lý kết quả

Kết luận chung

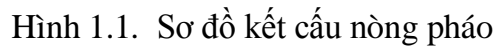
Chương 1

TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ GIA CÔNG RÃNH XOẮN TRONG LỖ SÂU

1.1. Khái niệm gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu

Gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu là phương pháp công nghệ nhằm tạo ra rãnh xoắn từ phôi dạng ống hoặc phôi có lỗ sâu có sẵn. Thường chia rãnh xoắn làm hai loại cơ bản: Rãnh xoắn không thay đổi và rãnh xoắn thay đổi.

1.2. 1. Kết cấu nòng pháo

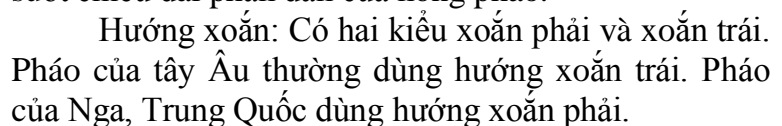


1.2.2.1.Khái quát về rãnh xoắn nòng pháo

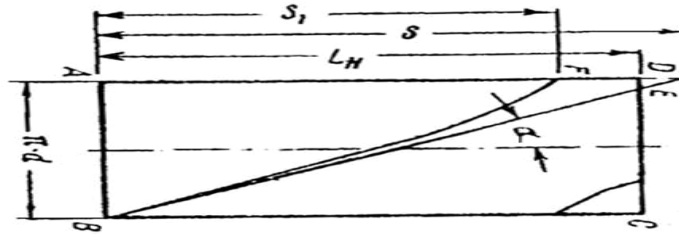
Bảng 1.1. Rãnh xoắn nòng pháo có góc xoắn không đổi

Bảng 1.2. Rãnh xoắn nòng pháo có góc xoắn thay đổi

1.2.2.2. Cấu tạo chung của rãnh xoắn nòng pháo



Hình 1.2. Kết cấu rãnh nòng



Hình 1.3. Biểu đồ trái của rãnh nòng

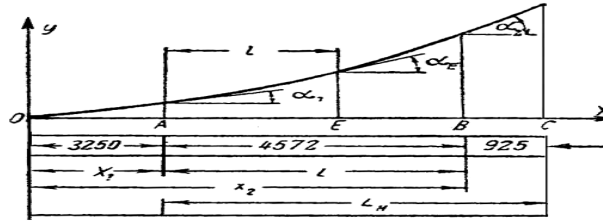
Góc xoắn: Có hai kiểu là không đổi và thay đổi.

Trong đó: L_H - Chiều dài phần nòng pháo có rãnh xoắn;

S - Bước xoắn của rãnh xoắn có góc xoắn không đổi

S_1 - Bước xoắn của rãnh xoắn có góc xoắn thay đổi

Đối với các loại nòng pháo nói chung, góc xoắn nằm khoảng từ 6° đến 8° .



Hình 1.4. Đường trái rãnh xoắn có góc thay đổi

Phương trình đường cong của rãnh xoắn (trong mặt phẳng trái) thường dùng nhất là: $y = kx^2$

k - Hệ số của Parabol, có giá trị cụ thể theo từng loại pháo;

y - Tọa độ của điểm đang khảo sát trên rãnh xoắn theo phương vuông góc với đường tâm của nòng pháo.

x - Tọa độ của điểm đang khảo sát trên rãnh xoắn theo phương dọc trục của nòng pháo.

Các thông số cấu tạo chính của rãnh xoắn nòng pháo

- Số rãnh n

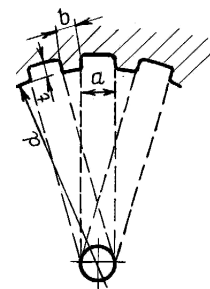
- Chiều sâu rãnh t , ($t = \frac{D-d}{2}$) và dung sai kích thước (mm)

- Chiều rộng sống b và dung sai kích thước (mm)

- Chiều rộng rãnh a và dung sai kích thước (mm)

- Góc xoắn đầu α_d và dung sai (độ hoặc phút)

- Góc xoắn cuối α_c và dung sai (độ hoặc phút)



Hình 1.5. Kích thước và hình dáng rãnh

1.2.3. Yêu cầu kỹ thuật đối với nòng pháo

1.2.3.1. Yêu cầu về vật liệu - Thép làm nòng pháo

Trước hết cần quan tâm đến vật liệu và tính năng công nghệ của vật liệu nòng. Vật liệu chế tạo nòng pháo có nhiều tính đặc thù. Trong thực tế các loại nòng pháo do Liên xô cũ chế tạo đang được sử dụng trong Quân đội ta được chế tạo bằng thép hợp kim cán nóng có mác: OXHM; OXH1MΦA; OXH3MΦA.

Bảng 1.5. Thành phần hoá học và tính chất thép OXH3MΦA

Thành phần hoá học (%)									Cơ tính				
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	σ_B , MN/m ²	$\sigma_{0,2}$, MN/m ²	ψ , %	δ , %	K_U , MJ/m ²
ГОСТ 5192-78													
0,33~0,40	0,17-0,37	0,25~0,50	0,015	0,02	1,20~1,50	3,0~3,5	0,35~0,45	0,10~0,18	-	> 785	> 25	-	> 0,35

1.2.3.2. Yêu cầu kỹ thuật chung khi gia công rãnh xoắn nòng pháo

- Kích thước chiều rộng rãnh xoắn có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn kích thước danh nghĩa. Dung sai chế tạo của chiều rộng rãnh xoắn luôn có dấu dương, được lấy theo cỡ ca-líp nòng, với nòng pháo ca-líp 90mm: $\delta = +0,08\text{mm} \div +0,1\text{mm}$.

- Độ nhám bề mặt gia công:

+ Đối với bề mặt có đường kính bằng ca-líp nòng: độ nhám $R_a = 0,63$ (cấp 8)

+ Đối với bề mặt có đường kính bằng đáy rãnh xoắn: độ nhám $R_a = 1,6$ (cấp 7)

- Chiều sâu rãnh xoắn: Chiều sâu rãnh xoắn lấy theo ca-líp nòng: $t = 0,02d$

1.3. Các phương pháp gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu

1.3.1. Gia công rãnh xoắn bằng biến dạng dẻo

Nguyên lý gia công theo phương pháp biến dạng dẻo như sau:

Dụng cụ gia công là chày ép. Hình dạng bên ngoài của chày ép gồm nhiều gân xoắn có mặt cắt chữ nhật nổi trên mặt trụ của chày ép. Góc xoắn, số lượng của gân bằng góc xoắn và số lượng của rãnh xoắn nòng súng, pháo cần gia công.

1.3.2. Gia công rãnh xoắn bằng điện hóa

Gia công điện hóa rãnh xoắn được bắt đầu tiến hành khi đã gia công xong lỗ ca-líp nòng. Về bản chất của phương pháp này là sử dụng nguyên lý ăn mòn theo phương pháp điện hóa dòng chảy. Phương pháp cho năng suất cao nhưng độ chính xác gia công thấp.

1.3.3. Gia công rãnh xoắn bằng cắt gọt

Đề tài giới thiệu về cơ sở tạo hình rãnh bằng phương pháp cắt gọt, một phương pháp cho độ chính xác theo yêu cầu. Nhưng năng suất thấp, điều kiện kỹ thuật đơn giản, đầu tư ít, sản lượng phù hợp với yêu cầu.

1.3.4. Gia công rãnh xoắn bằng rèn quay

Là phương pháp gia công tương đối mới, nó cho phép chế tạo nòng súng có lớp biến cứng ở lòng nòng nên có tuổi thọ cao, nhưng phương pháp này đầu tư tốn kém và chỉ gia công được nòng súng có chiều sâu rãnh xoắn nhỏ.

1.3.5. Lựa chọn phương án gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu

Để gia công rãnh xoắn nòng có chiều dài $L > 2000$ mm nghiên cứu sinh chọn phương pháp gia công thô rãnh xoắn trong lỗ sâu bằng phương pháp điện hóa, gia công tinh rãnh xoắn bằng phương pháp chuốt là phù hợp với trang thiết bị, năng suất cũng như độ chính xác gia công

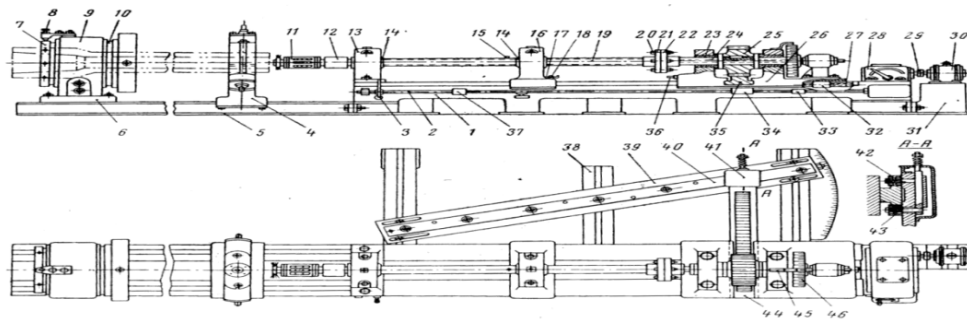
1.4. Tình hình nghiên cứu công nghệ và thiết bị chế tạo rãnh xoắn nòng pháo

1.4.1. Tình hình nghiên cứu ở nước ngoài

Đối với các nước có nền công nghiệp quốc phòng phát triển nghiên cứu thiết kế, chế tạo các loại máy phục vụ cho công nghệ chế tạo rãnh xoắn nòng pháo nói riêng đã có từ lâu, đến nay các loại máy nói trên đều là các máy chuyên dùng, hiện đại hoặc máy tự động kỹ thuật số sử dụng cho công nghệ linh hoạt nên năng lực chế tạo vũ khí nói chung và các loại nòng pháo nói riêng của họ rất lớn, không những đáp ứng được nhu cầu sử dụng trong nước mà còn đáp ứng được nhu cầu xuất khẩu.

1.4.2. Tình hình nghiên cứu ở trong nước

Ở nước ta, việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo trang thiết bị công nghệ để chế tạo các loại pháo nói chung và các loại rãnh nòng pháo nói riêng bằng phương pháp cắt gọt, điện hóa còn rất mới mẻ, nói chính xác hơn là hiện nay các loại máy phục vụ cho công nghệ chế tạo rãnh xoắn chưa có nên việc chế tạo nòng pháo gặp rất nhiều khó khăn. Các cơ sở đang



nghiên cứu chế thử của Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng trên cơ sở cải tiến các máy vạn năng hoặc chuyên dùng cũ hiện có.

Hình 1.11. Sơ đồ máy cắt rãnh xoắn nòng pháo

1.5. Kết cấu và yêu cầu kỹ thuật của máy cắt rãnh xoắn nòng pháo

Kích thước của máy cắt rãnh xoắn được xác định theo chiều dài và trọng lượng của nòng pháo. Chiều dài của máy cắt trung bình dài gấp 2,6 lần chiều dài của nòng pháo được cắt trên máy đó.

Nói chung, máy cắt rãnh xoắn nòng pháo có các bộ phận chủ yếu sau: 1) băng máy, 2) cơ cấu để định vị và kẹp chặt nòng pháo, 3) bàn dao và bộ phận cán dao, 4) cơ cấu chép hình tạo góc xoắn cho rãnh xoắn, 5) các cơ cấu dẫn động, hộp tốc độ, vít hành trình..., 6) các cơ cấu điều khiển và các cơ cấu phụ khác

1.6. Độ chính xác gia công

1.6.1. Yêu cầu về độ chính xác kích thước

Sai số kích thước đường kính lỗ: d

Sai số chiều sâu rãnh: t ; Sai số chiều rộng rãnh: a ; Sai số chiều rộng sống: b
 Sai số góc xoắn: α_d ; Sai số góc xoắn cuối $\alpha_c \dots$

1.6.2. Yêu cầu về độ chính xác hình dáng hình học

Độ chính xác về hình dáng hình học bao gồm : Độ không thẳng của đường sinh mặt trụ đường kính d ; độ côn; độ ô van; độ không tròn; độ sóng...

1.6.3. Yêu cầu độ chính xác về vị trí tương quan

Độ không đồng tâm giữa đường kính D và d ; độ không đối xứng của tiết diện vuông góc với đường tâm nòng;

1.6.4. Yêu cầu về độ nhám

Độ nhám cũng là một trong những chỉ tiêu kỹ thuật cần quan tâm vì nó có ảnh hưởng rất lớn đến tuổi thọ của nòng pháo.

Độ nhám bề mặt sống b (mặt trụ d): $0,4\mu\text{m}$; Độ nhám bề mặt đáy rãnh (mặt trụ D): $1,6\mu\text{m}$; Độ nhám bề mặt thành rãnh: $1,6\mu\text{m}$

Kết luận chương 1

Từ việc nghiên cứu về tổng quan về công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu luận án đưa ra kết luận như sau:

- Công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu là một dạng gia công đặc biệt. Công nghệ gia công rãnh xoắn nòng pháo là khó nhất. Nghiên cứu rãnh xoắn và các yêu cầu kỹ thuật đối với rãnh xoắn cho thấy độ chính xác gia công phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp gia công.

- Mỗi một phương pháp gia công rãnh xoắn có những ưu điểm, khuyết điểm riêng. Tùy vào tỉ lệ L/d mà ta chọn phương pháp gia công cho phù hợp. Để gia công rãnh xoắn nòng pháo có $L/d > 50$ trong điều kiện ở Việt Nam, tác giả chọn phương pháp kết hợp: Gia công thô tạo rãnh xoắn cơ sở bằng phương pháp điện hóa và gia công tinh rãnh xoắn bằng phương pháp chuốt để phát huy ưu điểm, khắc phục nhược điểm của hai phương pháp riêng biệt.

- Thiết bị và dụng cụ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu trên thế giới rất đa dạng và hiện đại nhưng rất đắt và khó nhập khẩu. Đây là vấn đề bí mật quốc phòng của mỗi quốc gia khó tiếp cận. Thiết bị và dụng cụ gia công trong nước hầu như không có vẫn còn đang nghiên cứu thử nghiệm. Chính vì vậy cần được nghiên cứu triển khai các chương trình nghiên cứu công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu để sản xuất các loại nòng pháo phục vụ công nghệ quốc phòng.

Chương 2

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG RÃNH XOẮN TRONG LỖ SÂU

2.1. Công nghệ gia công điện hóa rãnh xoắn trong lỗ sâu

2.1.1. Thiết bị gia công điện hoá rãnh xoắn nòng pháo

Trang bị gia công điện hoá là một liên hợp. Thiết bị gồm máy gia công điện hoá, nguồn điện, hệ thống điều khiển và kiểm tra các thông số quan trọng nhất và các phần đảm bảo như thông gió, làm nguội và làm sạch dung dịch điện hoá. Đặc trưng của trang bị gia công điện hoá là nó được thiết kế để gia công một chủng loại chi tiết nhất định.

2.1.2. Đặc điểm gia công rãnh xoắn nòng pháo bằng phương pháp điện hoá

Để đảm bảo độ chính xác gia công cần có hệ thống hiệu chỉnh các thông số công nghệ cơ bản như cường độ dòng điện I, hiệu điện thế V, tốc độ tịnh tiến của Catốt V_k , tốc độ quay của Catốt ω ... Sau khi nghiên cứu các vấn đề công nghệ gia công bằng phương pháp điện hoá, đề tài chọn phương án gia công rãnh xoắn nòng súng- Pháo theo sơ đồ nguyên lý hình 1.11.

2.1.3. Phương pháp tính toán các thông số công nghệ điện hóa rãnh xoắn

Việc xây dựng tiến trình công nghệ dựa trên cơ sở tính toán các thông số công nghệ của quá trình gia công. Để tính toán được ta cần có bản vẽ nòng và nắm được phương pháp công nghệ gia công lỗ trước khi gia công rãnh xoắn.

Thực tế của các nước khác, người ta đã chỉ ra là khi tính toán để lại lượng dư cho nguyên công tiếp theo thì sai số khoảng 20%. Trong nhiều trường hợp có thể đáp ứng được cho sản xuất. Tuy nhiên khi gia công chính xác như rãnh xoắn nòng súng- pháo cần làm thêm một số thí nghiệm để hiệu chỉnh các tính toán trên.

2.1.4. Phương pháp luận tính toán dụng cụ catốt

Trong thực tế gia công điện hoá người ta thường sử dụng các phương pháp chỉnh bước các kích thước Catốt trên cơ sở thống kê các thông số thử nghiệm. Đây là công việc rất tốn thời gian, nó chỉ phù hợp sản xuất loạt lớn hoặc sản xuất khối. Vì vậy việc nghiên cứu phương pháp và sơ đồ tính toán theo một số thông số cho trước và dạng chi tiết với chế độ công nghệ giả định được coi là nhiệm vụ hàng đầu. Đối với nòng pháo 37mm khe hở cho trước giữa 2 điện cực là 0,05mm

2.1.5. Tham số công nghệ gia công điện hóa rãnh xoắn

Tham số công nghệ gia công điện hóa rãnh xoắn trong lỗ sâu có nhiều thông số ảnh hưởng đến quá trình gia công chúng ta cần phải nghiên cứu các tham số đó. Khi nghiên cứu kích thước khe hở giữa hai điện cực ta có:

Kích thước khe hở trong lần xác định gần đúng lần thứ nhất có thể tính toán với việc áp dụng phương trình sau.

$$a_y = AE_{ob}[U - (\phi_a - \phi_k)]k/V_k \cos \alpha; \quad (2.1)$$

Sai lệch kích thước khe hở Δa liên quan tới các tham số cơ bản của quá trình là một hàm số phụ thuộc.

$$\Delta a = f\left(\frac{da_y}{du}\Delta u; \frac{da_y}{d\phi_a}\Delta \phi_a; \frac{da_y}{d\phi_k}\Delta \phi_k; \frac{da_y}{dk}\Delta k; \frac{da_y}{dV_k}\Delta V_k; \frac{da_y}{d\cos \alpha}\Delta \cos \alpha\right) \quad (2.10)$$

2.1.5.1. Ảnh hưởng các tham số điện lên kích thước cắt

Các tham số là:

1. Công suất P, được đưa vào trong khoảng giữa các điện cực.
2. Điện áp U trên catốt và anốt.
3. Dòng điện I

2.1.5.2. Ảnh hưởng vận tốc dịch chuyển catốt và kích thước rãnh xoắn

Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra 3 phương án xảy ra:

1. Tốc độ hoà tan kim loại anốt vượt quá tốc độ dịch chuyển của thiết bị ($V_p - V_k > 0$). Trong trường hợp này theo thời gian khe hở giữa các điện cực không ngừng tăng lên.
2. Tốc độ dịch chuyển của catốt vượt quá tốc độ hoà tan kim loại anốt. Trong trường hợp này theo thời gian khe hở giảm xuống 0, nếu xuất hiện chập cục bộ điện cực và quá trình cắt dừng lại ($V_k > V_p$).
3. Tốc độ dịch chuyển của catốt bằng tốc độ hoà tan kim loại anốt, điều này mô tả các điều kiện ổn định của quá trình ($V_k = V_p$).

Mục đích của công việc là nghiên cứu các đặc trưng mối tương quan tốc độ dịch chuyển của catốt và kích thước hình học của rãnh cắt trước tiên là trong các điều kiện ổn định của quá trình công nghệ, cụ thể là $V_p - V_k = 0$.

Lần tính gần đúng lần đầu tiên tốc độ dịch chuyển của catốt theo thời gian quá trình cắt có thể được xác định bằng việc áp dụng phương trình 2.27.

$$V_k = \frac{l_p \eta EU_x}{\gamma_m (h_0 + z/2) z} \quad (2.27)$$

Cũng tương tự lần tính gần đúng tốc độ thể tích hoà tan kim loại anot có thể xác định bằng phương trình sau:

$$V_p = \frac{EU_x}{\gamma_m \rho l_e} \sqrt{\rho^2 + \left[\frac{d\rho}{d\varphi}\right]^2} \quad (2.28)$$

. Tốc độ hoà tan này phụ thuộc vào thành phần của chất điện ly và hiện tượng thụ động trên bề mặt anot.

$Da = 0$, với trường hợp nếu điểm bề mặt gia công nằm ở cuối biên giới giữa các điện cực.

$Da = U_x / l_e$ - với trường hợp nếu điểm bề mặt hình thành nằm trong khoảng giữa các điện cực.

Da - đường kính rãnh nòng theo trường (lốp).

Xuất phát từ điều kiện chế độ ổn định gia công $V_p - V_k = 0$

điều kiện biên $Da = 0$, $Da = U_x / l_e$. (1.29)

Chúng ta nhận được phương trình 1.30

$$\frac{l_p \eta EU_x}{\gamma_m (h_0 + z/2) z} = \frac{EU_x}{\gamma_m \rho l_e} \sqrt{\rho^2 + \left[\frac{d\rho}{d\varphi}\right]^2} \quad (2.30)$$

2.1.5.3. Ảnh hưởng của thành phần hoá học và nồng độ tới quá trình gia công

Sự phụ thuộc mật độ dòng điện vào kích thước khe hở được viết theo phương trình 2.31.

$$i = \frac{(U - \Delta\varphi) k}{a} \exp\left[-\frac{(U - \Delta\varphi) RoTl_{hk}}{2\rho FQa}\right] \quad (2.31)$$

Độ dẫn điện của dung dịch điện ly trong trường hợp bão hoà khí giảm một vài lần. Kết quả của hiện tượng này làm giảm tốc độ hoà tan thể tích kim loại V_p , và ảnh hưởng tới năng suất quá trình tới 15-20%.

2.1.5.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới quá trình gia công rãnh xoắn

Chúng ta tiến hành phân tích ảnh hưởng nhiệt và việc tách khí trên các tham số của quá trình gia công.

Trong trường hợp này sự thay đổi độ dẫn điện của dung dịch điện ly phụ thuộc vào lượng khí và nhiệt độ có thể viết bằng phương trình 2.32.

$$k = k_0 [1 + \beta(T - T_0)] (1 - G)^{3/2} \quad (2.32)$$

Bằng các nghiên cứu thực nghiệm nhiệt độ ban đầu của dung dịch điện ly để gia công rãnh được lựa chọn ở mức 20°C .

Phạm vi cho phép làm việc bình thường nhiệt độ ban đầu là $17-20^\circ\text{C}$.

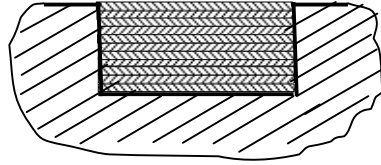
2.2. Công nghệ gia công chuốt rãnh xoắn trong lỗ sâu

2.2.1. Phương pháp gia công chuốt rãnh xoắn trong lỗ sâu

2.2.1.1. Cắt theo sơ đồ kéo đầu dụng cụ

Đặc điểm của phương pháp cắt này là cán dao và đầu dụng cụ chịu kéo và xoắn. Đây là trạng thái chịu lực thỏa mãn tốt khả năng đáp ứng tải trọng của cán dao và dụng cụ.

Khi cắt bằng đầu dụng cụ nhiều dao, lực cắt lớn có thể gây ra rung động đầu dao và đạt đến giới hạn lớn nhất của công suất máy cắt. Để khắc phục, cần chia ra nhiều bước cắt gọt có chế độ cắt hợp lý hoặc cắt theo phương pháp chia nhóm rãnh xoắn và phân độ.



Hình 2.1. Sơ đồ cắt rãnh xoắn nhiều lần

2.2.1.2. Cắt theo sơ đồ đẩy đầu dụng cụ

Theo sơ đồ gia công này, dụng cụ được đưa vào từ đầu nòng pháo và quá trình cắt kết thúc ở buồng đạn. Cán dao làm việc trong trạng thái nén, vì vậy rất dễ bị uốn cong, không có lợi cho quá trình cắt.

2.2.1.3. Cắt theo sơ đồ chuốt với dụng cụ cắt là dao chuốt

Chuốt có ưu điểm nổi bật: Năng suất cao, độ chính xác cao và độ nhẵn bề mặt rất tốt. Các lỗ ca-líp nòng pháo trước khi cắt rãnh xoắn được chuốt qua bốn lần bằng các dao có tám tầng răng: năm tầng cắt gọt và ba tầng định hình. Chế tạo dao chuốt và điều chỉnh máy trong quá trình cắt rất phức tạp.

2.2.1.4. Lựa chọn sơ đồ cắt rãnh xoắn nòng pháo

Đối với nòng pháo 37mm. Đề tài chọn phương pháp cắt theo sơ đồ kéo với đầu dụng cụ có thể đẩy dao ra và thu dao về tự động sau mỗi lần cắt, không cho phép thay dao trong quá trình cắt. Mỗi lần cắt chỉ cắt một nhóm rãnh gồm 8 rãnh đối xứng đạt kích thước sau đó phân độ cắt 8 rãnh của nhóm tiếp theo (2 lần phân độ được 16 rãnh).

Cắt theo sơ đồ hình 2.1, có ưu điểm là chiều dày lớp cắt nhỏ, độ bóng và độ chính xác bề mặt cao phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của rãnh xoắn.

2.2.2. Chế độ công nghệ cắt rãnh xoắn nòng pháo

2.2.2.1. Lựa chọn chế độ cắt rãnh xoắn nòng pháo

Chế độ cắt rãnh xoắn gồm hai thông số cơ bản: tốc độ cắt và chiều dày phoi hớt đi. Thông số chiều rộng lớp cắt không tính đến vì luôn bằng chiều rộng rãnh xoắn. Trước khi quyết định chọn chế độ cắt để cắt rãnh nòng ta tham khảo chế độ cắt đã được kiểm nghiệm bằng thực tế dưới đây với dao thép gió PΦ-1 có tuổi bền của dao là 120 phút.

Bước cắt tính:

- Tốc độ cắt $V = 5\text{m/phút}$
- Chiều sâu mỗi lần cắt $t = 0,025\text{mm}$.

2.2.2.2. Chọn dung dịch trơn nguội

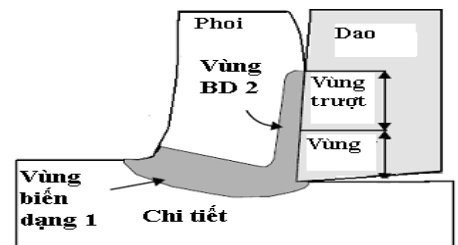
Khi cắt rãnh xoắn, có thể dùng loại chất trơn nguội sau:

Dầu khoáng:55%; Dầu thực vật:40%; Dầu hỏa:5%.

2.2.2.3. Tính toán lực cắt khi chuốt

Việc xây dựng cơ sở lý thuyết về lực phát sinh trong quá trình cắt là hết sức quan trọng

Trên cơ sở phân tích lực tác dụng lên quá trình cắt hình 2.9. ta tính được các lực như sau:



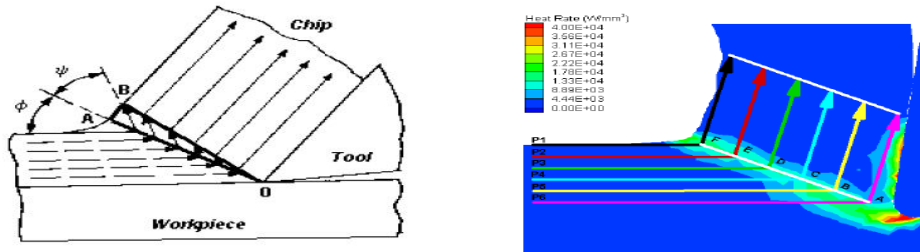
Hình 2.5. Sơ đồ phân vùng biến dạng khi cắt

$$F_s = F_v \cos\varphi - F_T \sin\varphi \quad (2.56)$$

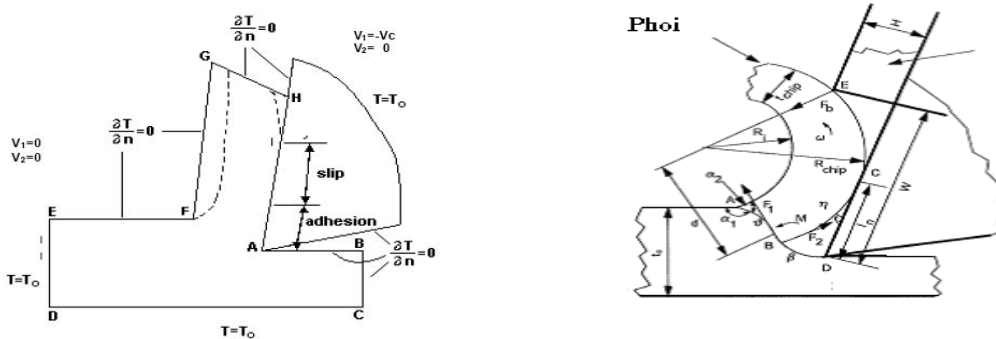
$$F_{SN} = F_v \sin\varphi + F_T \cos\varphi \quad (2.57)$$

$$F_F = F_v \sin\alpha + F_T \cos\alpha \quad (2.58)$$

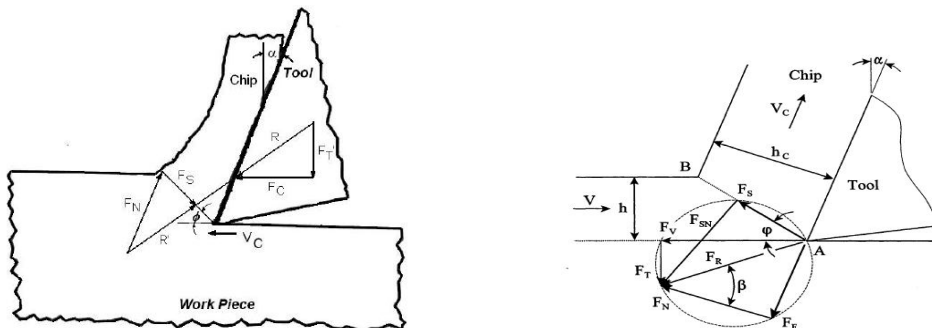
$$F_N = F_v \cos\alpha + F_T \sin\alpha \quad (2.59)$$



Hình 2.7. Sơ đồ mặt trượt của các lớp kim loại phôi



Hình 2.8. Sơ đồ hình dáng chuyển động của phôi



Hình 2.9. Sơ đồ lực tác dụng quá trình cắt

2.2.3. Thông số công nghệ gia công chuốt rãnh xoắn nòng pháo

Trong luận án nghiên cứu sinh đã nghiên cứu quá trình cắt khi chuốt. Tốc độ cắt V tối ưu được lựa chọn phụ thuộc vào tính chất cơ lý của vật liệu nòng pháo, vật liệu làm dao, diện tích mặt cắt của lớp phoi, độ bền của dao, dung dịch trơn nguội. Tốc độ cắt: 3m/ph đến 7m/ph; chiều sâu cắt: 0,01mm đến 0,04mm.

Kết luận chương 2

Nghiên cứu lý thuyết về bản chất công nghệ gia công rãnh xoắn ta thu được các kết quả sau:

- Để gia công nòng pháo có tỉ lệ $L/d > 50$ đã chọn phương án tích hợp hai phương pháp gia công: công nghệ gia công điện hóa và công nghệ chuốt rãnh xoắn để khai thác được ưu điểm của cả hai phương pháp, đồng thời đáp ứng được năng suất và chất lượng gia công.

- Chọn được sơ đồ đầu dụng cụ cắt là catốt vừa chuyển động tịnh tiến vừa quay, đầu dụng cụ cắt là dao chuốt cũng vừa chuyển động tịnh tiến vừa quay là rất phù hợp khi gia công rãnh xoắn nông pháo có tỉ lệ $L/d > 50$. Xác định được miền thông số công nghệ gia công cho từng phương pháp.

- Đã nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến chất lượng bề mặt gia công rãnh xoắn để làm cơ sở chọn các thông số công nghệ cho phù hợp trong quá trình gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu.

Chương 3

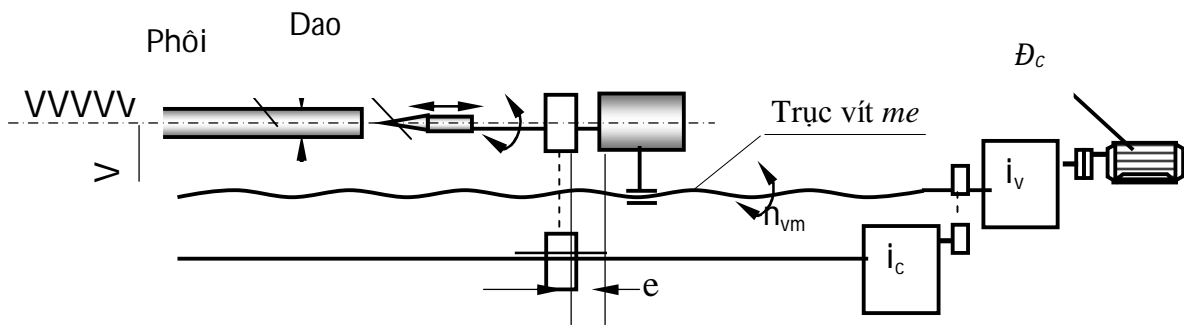
NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ THIẾT BỊ GIA CÔNG RÃNH XOẮN NÔNG PHÁO

3.1 Thiết kế thiết bị gia công chuốt rãnh xoắn nông pháo

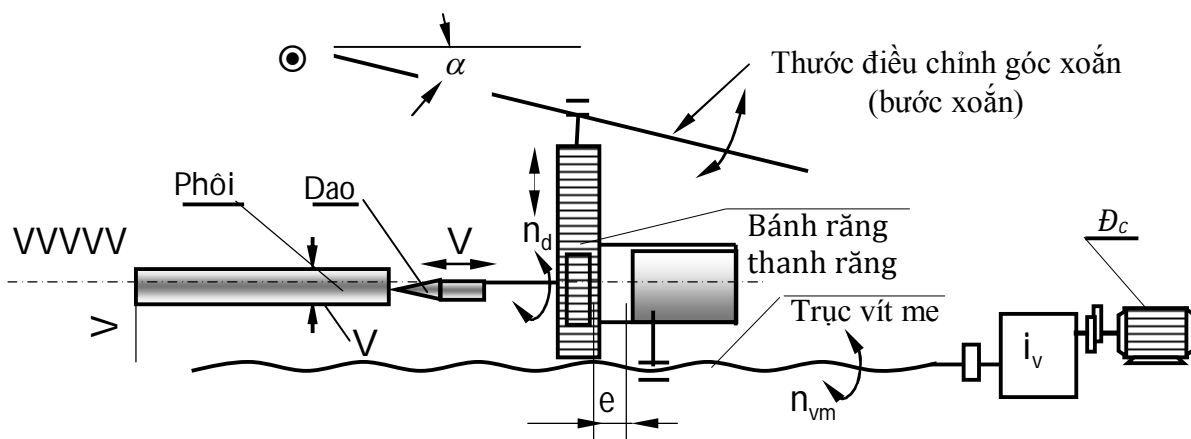
3.1.1. Động lực học quá trình chạy dao

Trên cơ sở phân tích và tìm hiểu các máy cắt rãnh nông của nước ngoài tựu chung lại máy cắt rãnh nông có các sơ đồ kết cấu động học như sau (hình 3.1; hình 3.2 và hình 3.3).

3.1.1.1. Dụng cụ thực hiện đồng thời chuyển động tịnh tiến và quay

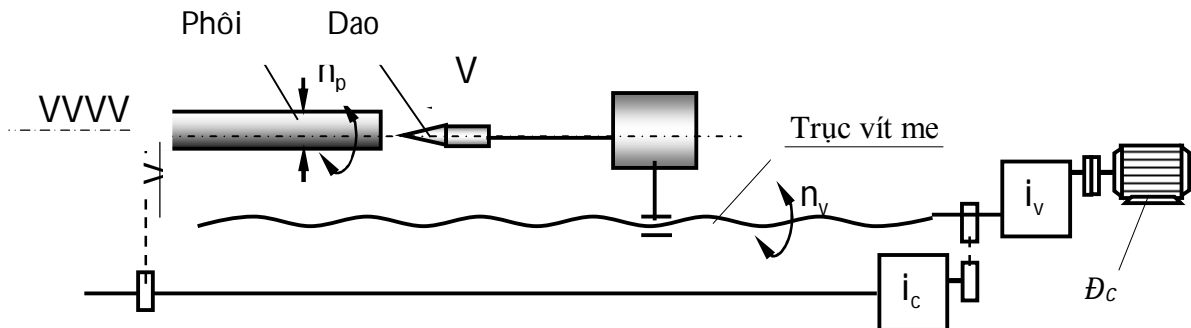


Hình 3.1. Sơ đồ kết cấu động học máy cắt rãnh nông điều chỉnh các loại bước xoắn có cấp. Dao thực hiện cả hai chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay.



Hình 3.2. Sơ đồ kết cấu động học máy cắt rãnh nông điều chỉnh các loại bước xoắn vô cấp. Dao thực hiện cả hai chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay.

3.1.1.2. Dụng cụ chuyển động tịnh tiến, phôi chuyển động quay



Hình 3.3. Sơ đồ kết cấu động học máy cắt rãnh xoắn điều chỉnh các loại bước xoắn có cấp. Dao thực hiện chuyển động tịnh tiến còn phôi thực hiện chuyển động quay.

Lựa chọn sơ đồ kết cấu động học máy chuốt rãnh xoắn nòng pháo

Đề tài chọn sơ đồ kết cấu động học của máy như hình 3.1. Ngoài những chuyển động chính máy còn phải tạo ra chuyển động phụ trong công nghệ cắt rãnh xoắn đó là chuyển động phục vụ cho việc thu dao về (ở hành trình chạy không) và bung dao (ở hành trình cắt gọt) đó là khoảng cách e trên hình 3.1.

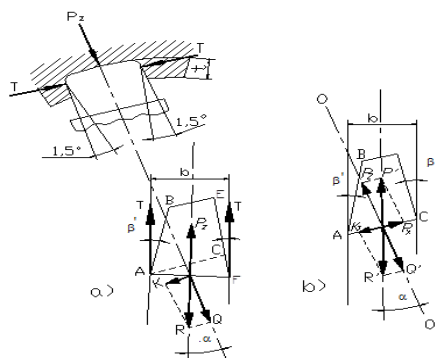
3.1.2. Nghiên cứu cải tạo máy chuốt rãnh xoắn nòng pháo từ máy tiện vạn năng

Đề tài quyết định chọn cải tạo máy tiện máy tiện Niigata Machine Tool 3699 – The Niigata engineering world – Tokyo thành máy chuốt rãnh xoắn nòng pháo. Nghiên cứu thiết kế mới các cụm chi tiết cải tạo máy tiện thành máy chuốt phù hợp điều kiện sản xuất và đảm bảo các yêu cầu về công nghệ.

3.1.3. Tính toán thiết kế và lựa chọn các cụm chi tiết

Khi thiết kế máy cắt rãnh xoắn cho 5 loại nòng pháo: 76.2mm, 23 mm, 37 mm, AK-176MAK-176M, 12,7 mm. Để đảm bảo đủ bền cho các cụm chi tiết ta tính lực lớn nhất tác dụng lên hệ thống máy cắt. Nòng pháo 76,2mm có chiều dài và diện tích mặt cắt ngang lớn nhất nên ta chọn tính toán thiết kế thiết bị cho máy cắt rãnh xoắn 76,2mm và sử dụng máy này để ra công các loại rãnh xoắn nòng pháo trên.

Để nghiên cứu bản chất của nguyên công cắt rãnh xoắn ta xem xét lực tác dụng lên đầu dao khi cắt rãnh xoắn được mô tả trên hình 1.6



Hình 3.6. Sơ đồ lực cắt khi cắt rãnh xoắn.

Các lực tác dụng lên đầu dao bao gồm:

P_z - Lực cắt đặt vào lưỡi dao, có hướng pháp tuyến với lưỡi cắt của dao (N).

Q - Lực kéo của máy (N).

K - Thành phần lực tiếp tuyến với phương chuyển động của dao, phát sinh do phơi quay cường bức (N).

T - Lực ma sát tại hai lưỡi cắt bên của dao với hai thành bên của rãnh xoắn (N)

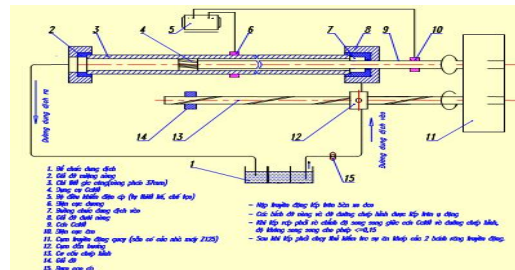
$$R = \sqrt{Q^2 + K^2} = 8263,7 \text{ (N)} \quad \text{và} \quad R' = \sqrt{Q_1^2 + K_1^2} \quad (1.9)$$

Thay số ta có: $R = \sqrt{8199,2^2 + 1030,35^2} = 8263,7 \text{ (N)}$

Từ đó tính toán thiết kế và lựa chọn bộ truyền vít me đai ốc, tính chọn động cơ điện, thân máy, cụm gá kẹp, giá đỡ cố định, trục tạo xoắn, bàn xe dao, cụm truyền động, kiểm nghiệm độ bền uốn, kéo cho các cụm chi tiết đã được thiết kế

3.2. Nghiên cứu thiết bị gia công gia công điện hóa rãnh xoắn nòng pháo

3.2.1. Động lực học quá trình điện hóa rãnh xoắn trong lỗ sâu



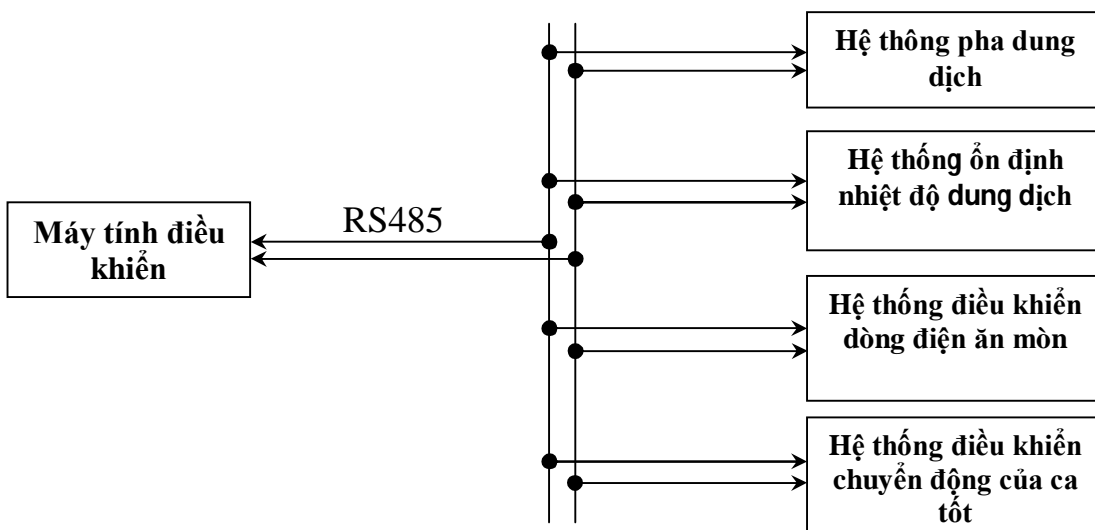
Hình 3.19. Sơ đồ động lực học điện hóa rãnh xoắn

Động học thiết bị gia công điện hóa rãnh xoắn trong lỗ sâu giống như động học thiết bị gia công chuốt. Dụng cụ catốt vừa chuyển động tịnh tiến và quay

3.2.2. Thiết bị gia công điện hoá rãnh xoắn nòng pháo

Trang bị gia công điện hoá là một liên hợp. Thiết bị gồm máy gia công điện hoá, nguồn điện, hệ thống điều khiển và kiểm tra các thông số quan trọng nhất và các phần đảm bảo như thông gió, làm nguội và làm sạch dung dịch điện hoá. Đặc trưng của trang bị gia công điện hoá là nó được thiết kế để gia công một chủng loại chi tiết nhất định.

3.3. Thiết kế hệ thống điều khiển cho thiết bị điện hóa rãnh nòng pháo



Hình 3.20. Sơ đồ điều khiển điện hóa rãnh xoắn

3.4. Mô phỏng dao động tự do của cơ hệ phôi – nòng pháo

Trên cơ sở lý thuyết dao động và mô phỏng số, tác giả đã ứng dụng nghiên cứu dao động của một cơ hệ trong chế tạo cơ khí. Khi cắt rãnh nòng nòng pháo, nòng và hệ gối kẹp yêu cầu phải đủ độ cứng vững, tác giả đã sử dụng mô phỏng tính toán nhờ phần mềm ANSYS đã xác định được các dạng dao động riêng, các vùng có tần số dao động riêng phải tránh, vùng tần số có biên độ dao động lớn nhất.

Kết luận chương 3

- Phân tích các sơ đồ động học của thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu. Nghiên cứu nguyên lý hoạt động của các sơ đồ, phân tích ưu nhược điểm và khả năng ứng dụng của các thiết bị. Kết quả đã lựa chọn được sơ đồ hình 3.1 phù hợp để lựa chọn thiết kế thiết bị gia công rãnh xoắn nòng pháo

- Trên cơ sở đặc điểm, yêu cầu kỹ thuật, kết cấu thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu của nước ngoài. Đề tài nghiên cứu các thiết bị hiện có của Việt Nam chọn phương án cải tạo máy tiện vạn năng **Niigata Machine Tool 3699** thành thiết bị chuốt, điện hóa rãnh xoắn trong lỗ sâu ($L/d > 50$).

- Đã phân tích lực tác dụng lên dụng cụ trong quá trình gia công. Tính lực lớn nhất tác dụng lên dụng cụ khi gia công nòng pháo 76,2mm để thiết kế bộ truyền trục vít me – Đai ốc và kiểm nghiệm công suất động cơ của máy. Đã thiết kế được các cụm chi tiết cơ bản cho máy chuốt và máy điện hóa, kết hợp với phương án cải tạo máy tiện Niigata Machine Tool 3699.

- Đã thiết kế được hệ thống điều khiển để nâng cao chất lượng điều khiển của thiết bị và nghiên cứu ảnh hưởng của khoảng cách của luy nét đỡ đến dao động của phôi trong quá trình gia công công.

Chương 4

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ DỤNG CỤ GIA CÔNG RÃNH XOẮN TRONG LỖ SÂU

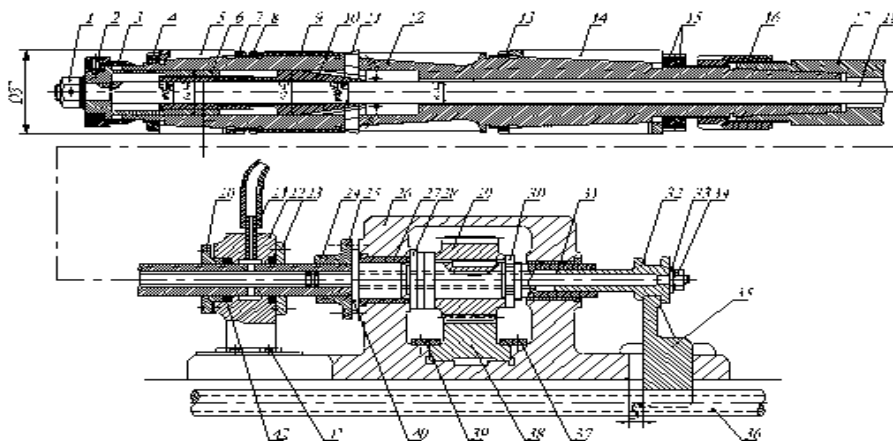
4.1. Thiết kế dụng cụ chuốt rãnh xoắn nòng pháo

4.1.1. Yêu cầu đối với đầu dụng cụ cắt

- Kết cấu chung của đầu cắt và kết cấu của từng chi tiết của đầu cắt phải đơn giản để chế tạo và lắp ráp. Số lượng các chi tiết của đầu cắt càng ít càng tốt

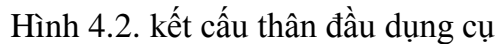
- Các chi tiết của đầu dụng cụ phải đủ bền; Có rãnh chứa phoi đủ không gian chứa phoi cho mỗi lần cắt; Lắp và thay dao dễ dàng.

4.1.2. nguyên lý làm việc của dụng cụ chuốt rãnh xoắn nòng pháo



Khi chuẩn bị cắt, đầu dụng cụ nằm ở phía buồng đạn. Ở Hành trình cắt vít me truyền động kéo thanh kéo 35 đi hết khe hở e cơ cấu bung dao đẩy dao vào vị trí cắt. Ở hành trình chạy không tải Vít me đẩy thanh kéo đi một đoạn e làm dao thu lại. Điều chỉnh chiều sâu cắt cho lượt tiếp theo sử dụng chia độ ở đầu dụng cụ

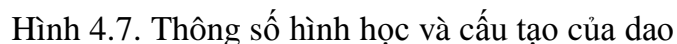
Kết cấu đầu dụng cụ bao gồm: Thân đầu dụng cụ; Kết cấu dẫn hướng và định tâm đầu dụng cụ; Cơ cấu chạy dao hướng kính; Dao; Cán dao; Thanh kéo...



- #### 4.1.4. Tính toán thiết kế các chi tiết của đầu dụng cụ chuột

Từ lực cắt khi cắt rãnh xoắn ở chương 3 đã tính $R = 8263,7(N)$. Tính toán thiết kế và lựa chọn các chi tiết thân đầu dụng cụ như: Bạc dẫn hướng; Cơ cấu chạy dao hướng kính; Thân đầu dụng cụ; Vòng chia điều chỉnh chiều sâu cắt; Làm mát và bôi trơn; Định vị và kẹp chặt đầu dụng cụ với cán dao...

Khi thiết kế dao vẫn phải tuân thủ theo lí thuyết cắt kim loại, nhưng không thể bỏ qua đặc điểm của công nghệ cắt rãnh xoắn. Với yêu cầu đặc biệt của quá trình công nghệ cắt rãnh xoắn, yêu cầu kỹ thuật của rãnh xoắn ta tiến hành chọn vật liệu dao, thông số hình học của đầu dao và lưỡi cắt của dao, chế độ cắt.



4.1.6. Kiểm nghiệm độ bền các chi tiết cơ bản của đầu cắt và cán dao

4.2. Thiết kế đầu dụng cụ điện hóa rãnh xoắn nòng pháo

4.2.1 Tính toán sơ bộ các thông số công nghệ đầu dụng cụ điện hóa

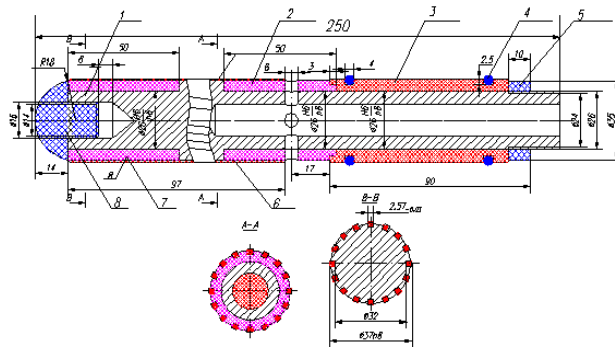
Theo định luật Faraday

$$Q = \alpha I T \quad (4.4)$$

Sau khi biến đổi công thức chọn catốt di động gia công nòng pháo 37mm ta đã có bộ thông số sơ bộ để thử nghiệm là:

Chiều dài Catốt $l_k = 10$ mm; Khe hở điện cực $\Delta Z = 0,5$ mm; Nồng độ NaCl = $17 \div 20\%$; Điện áp $8 \div 24$ v; Dòng điện định mức $I = 110$ A; Tốc độ Catốt $S_k = 7$ mm/phút; Thời gian gia công 5 giờ 50 phút; Độ bóng gia công Ra 0,8 μ m.

Sau khi chọn phương án và tính toán các thông số công nghệ cơ bản ta thiết kế chế tạo các trang bị công nghệ, dụng cụ dựa theo thiết kế tổng quát.



Hình 4.12. Đầu catốt

- 1- Thân catốt; 2- Bạc chặn; 3- Bạc dẫn; 4- Doăng cao su; 5- Bạc đệm; 6- Thanh cách điện; 7- Bạc đệm; 8- Nút chặn

4.2.2. Lớp cách điện

Đối với lớp cách điện đặt ra yêu cầu rất cao. Chúng phải bám chắc vào kim loại bên trong môi trường axit và kiềm, ngoài ra nó phải chịu được các tác động va đập của dòng dung dịch điện phân. Sử dụng vật liệu cách điện như nhựa, graphít ...

4.2.3 Thân đầu catốt, cán catốt

Thân catốt có nhiệm vụ liên kết chuyển động quay và tịnh tiến của cán dụng cụ với đầu catốt thông qua mối liên kết ren, vật liệu thân catốt là thép C45.

Kết luận chương 4

- Nghiên cứu các yêu cầu và nguyên lý làm việc của đầu dụng cụ trong gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu đã thiết kế được các đầu dụng cụ điện hóa và dao chuốt rãnh xoắn nòng pháo 37mm phù hợp với máy gia công.

- Đã tính toán thiết kế và kiểm nghiệm độ bền của các chi tiết quan trọng có khả năng chịu lực lớn trong quá trình gia công. Các chi tiết ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng bề mặt và độ chính xác gia công

- Đã thiết kế thông số hình học của dao cắt gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu và thiết kế, chế tạo thành công bộ dụng cụ chuốt, điện hóa rãnh xoắn nòng pháo 37mm phục vụ cho thực nghiệm ở chương 5.

Chương 5 NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VÀ XỬ LÝ KẾT QUẢ

5.1. Mục tiêu và yêu cầu thực nghiệm

- Kiểm nghiệm các thông số công nghệ chuốt, điện hóa đảm bảo yêu cầu kích thước gia công cho từng công đoạn.

- Điện hóa rãnh xoắn thử nghiệm chế độ điện hóa, chuốt nòng pháo 37mm, trên máy cải tiến. Vật liệu thử nghiệm thép: Thép C45; OXH1MΦA

5.2. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm

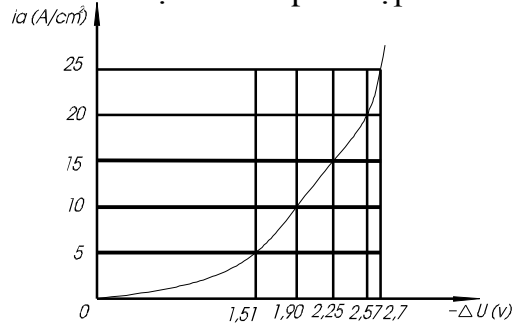
Trong luận án này NCS sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm và phương pháp thống kê lập bảng tìm ra chế độ công nghệ cho phù hợp

5.3. Thực nghiệm thông số công nghệ gia công rãnh xoắn

5.3.1. Thực nghiệm thông số công nghệ gia công điện hóa rãnh xoắn

1. Sự phụ thuộc của quá thế âm vào mật độ dòng điện

Trong quá trình gia công điện hoá do xảy ra các phản ứng điện cực dẫn đến việc sụt thế, làm cho việc tính toán tốc độ ăn mòn phức tạp hơn.



Hình 5.1. Đồ thị sự phụ thuộc của quá thế âm vào mật độ dòng điện

2. Ảnh hưởng của mật độ dòng điện đến tốc độ ăn mòn và chất lượng bề mặt rãnh xoắn.

Khe hở giữa các điện cực $\delta = 0,5$ mm; Áp suất dung dịch $P = 0,6$ MPa

Nồng độ dung dịch NaCl = 17- 20%

Và tiến hành thử nghiệm trên các mẫu có chiều dài 300mm, lỗ $\phi 37^{+0,18}_{+0,12}$ ở các mật độ dòng

Bảng 5.1. Sự phụ thuộc của mật độ dòng điện đến tốc độ ăn mòn và độ nhám

TT	Mật độ dòng (A/cm ²)	Khe hở giữa các điện cực δ (mm)	Nồng độ dung dịch NaCl %	Độ nhám bề mặt Ra	Tốc độ ăn mòn (mm/phút)	Ghi chú
1	5	0,5	20	3	0,071	
2	7,5	0,5	20	2,5	0,115	
3	10	0,5	20	1,25	0,158	
4	15	0,5	15	1,25	0,241	
5	15	0,5	20	1,0	0,243	
6	20	0,5	15	1,0	0,320	
7	20	0,5	20	0,63	0,319	

8	25	0,5	15	0,63	0,350	
9	25	0,5	20			Bề mặt có vết sần

Ở đây ta thấy khi i_a tăng đến hơn 20 A/cm^2 thì việc đẩy sản phẩm điện hoá không đảm bảo dẫn đến thụ động hoá vì vậy khi gia công rãnh xoắn nòng pháo trong điều kiện hiện có của nhà máy Z125 nên sử dụng $i_a = 15 \div 18 \text{ A/cm}^2$.

3. *Ảnh hưởng của thành phần và nồng độ dung dịch đến việc cắt và độ bóng bề mặt rãnh xoắn.*

Bảng 5.2. Sự phụ thuộc nồng độ dung dịch đến độ nhám bề mặt

Vật liệu nòng	Hiệu điện thế (V)	Mật độ dòng $i_a \text{ (A/cm}^2\text{)}$	Nồng độ dung dịch NaCl%	Độ nhám Ra
C45	$8 \div 24$	15	10	3,0
C45	Nt	nt	12	2,0
C45	Nt	nt	14	2,0
C45	Nt	nt	16	1,25
C45	Nt	nt	18	1,0
C45	Nt	nt	20	1,0
C45	Nt	nt	20 + phụ gia	0,8
C45	Nt	nt	22	Bị thụ động hoá có vết sần
C45	Nt	nt	24	nt
OXH1M	Nt	nt	18 + phụ gia	0,8
OXH1M	Nt	nt	20 + phụ gia	0,63
OXH1M	Nt	nt	22 + phụ gia	Bị thụ động

Qua bảng kết quả trên cho thấy nên sử dụng dung dịch NaCl $17 \div 20\%$ có thêm phụ gia để gia công rãnh xoắn.

4. *Ảnh hưởng của nhiệt độ*

Đề tài tiến hành nghiên cứu trên các mẫu dài 2200 mm, kích thước lỗ $\phi 37,06$, các thông số khác cố định chỉ thay đổi nhiệt độ từ 12°C đến 40°C .

Bảng 5.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ nhám bề mặt

T°	12	14	16	18	22	28	32	35	40
Kích thước âm tuyến	38,12	38,12	38,13	38,15	38,18	38,19	38,19	38,21	38,23
Độ nhám bề mặt, Ra	3,0	3,0	3,0	2,5	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25

Qua đó ta thấy với điều kiện của ta nên chọn nhiệt độ làm việc $20 \div 40^\circ \text{C}$.

5. *Chọn bộ thông số công nghệ phù hợp để chế thử phôi dài 2200 mm*

Thử rãnh xoắn mẫu dài 2200mm sau đó cắt ngắn từng đoạn có kích thước 100 ÷ 150mm để khảo sát. Chiều dài phần làm việc của Catốt 12mm

$$i_a = 15 \text{ A/cm}^2 \div 18 \text{ A/cm}^2 ; U = 8 \div 24 \text{ V.}$$

Dung dịch NaCl 17 ÷ 20% có phụ gia là NaNO_2 và H_3BrO_3 .

Tốc độ dịch chuyển Catốt 10 ÷ 15mm/phút; T^0 dung dịch 20 ÷ 40⁰ C.

Áp suất máy bơm P = 6 at.

Thông số rãnh xoắn sau chế thử:

Mẫu 1,2: Đường kính khung tuyến dương $\phi 37,13$.

Bảng 5.4. Kết quả thử nghiệm trên toàn bộ chiều dài 2200mm

L	i_a	Uv	T^0_d	Đường kính âm tuyến	Ghi chú
100	150	21,3	35	38,13	
200	150	21,3	35	38,13	
300	149	21,35	35	38,14	
500	150	21,35	35	38,14	
700	151	21,3	35	38,15	
800	151	21,3	35	38,15	
1000	151	21,3	35	38,17	
1200	152	21,3	35	38,17	
1350	151	21.25	35.5	38.17	
1500	151	21.3	35.5	38.16	
1650	152	21.3	35.5	38.18	
1800	152	21.3	35.5	38.18	
2000	152	21.35	35.5	38.18	

Mẫu 7,8,9,10 : Đường kính khung tuyến dương $\phi 37,18$.

Bảng 5.5. Kết quả thử nghiệm với thông số công nghệ tối ưu

L	I_a	Uv	T^0_d	Đường kính âm tuyến	Ghi chú
100	146	21	33	38,02	
200	146	21	33	38,02	
300	146	21	33	38,02	
500	146	21	33	38,03	
700	146	21	33	38,02	
800	146	21	33	38,03	
1000	146	20,9	33	38,03	
1200	146	20,9	33	38,03	
1350	146	20,9	33	38.04	
1500	146	20,9	33,5	38.04	
1650	146	20,9	33,5	38.05	

1800	146	20,9	33,5	38.06	
2000	146	20,9	33,5	38.06	

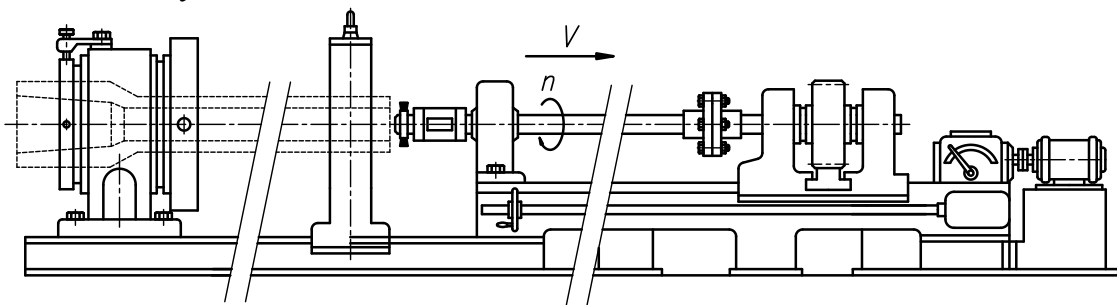
Sau đó ta tiến hành thay đồ gá mới để gia công rãnh xoắn với các thông số chính:
 $i_a = 14,9 \text{ A/cm}^2$ ($I = 146 \text{ A}$); $U = 20,5 \div 21,5 \text{ V}$; $P = 6 \text{ at}$; $T^0 = 32 \div 34^\circ \text{ C}$

5.3.2. Thực nghiệm thông số công nghệ gia công chuốt rãnh xoắn

1. Điều kiện đặt ra khi thực nghiệm

- Máy: tên, chủng loại, ký hiệu

Máy chuốt rãnh xoắn nòng pháo đã được nghiên cứu, cải tiến ở chương 3 các thông số kỹ thuật của máy



Hình 5.4. Máy chuốt rãnh xoắn nòng pháo

- Dụng cụ cắt: Số lưỡi cắt, vật liệu dụng cụ

Số lưỡi cắt là: 8 lưỡi đối xứng nhau.

Vật liệu dụng cụ (Thân, đầu dụng cụ): Xem cụ thể chương 4

- Dụng cụ đo: Độ bóng Mitoyo ...SJ-201P

Hai thông số ảnh hưởng đến quá trình chuốt là vận tốc V (mm/ph) và chiều sâu cắt t (mm).

- Cắt thử nghiệm rãnh xoắn nòng pháo 37mm trên máy cắt rãnh xoắn cải tiến. Vật liệu là thép C45; OXH1MΦA

2. Mô hình thực nghiệm và quy hoạch thực nghiệm

Mô hình thực nghiệm:

Ta nghiên cứu ở đây ảnh hưởng của hai thông số là tốc độ tiến dao và chiều sâu cắt trong quá trình lên độ bóng bề mặt R_a .

Mô hình tổng quan như sau: $R_a = C \cdot V^\alpha \cdot t^\beta$ (5.9)

Số thông số thực nghiệm là 2 nên số thí nghiệm cần thiết $N = 2^2 = 4$.

Ta thực hiện thêm ba lần ở tâm để đảm bảo độ tin cậy.

Bảng sơ đồ thí nghiệm như sau:

Phương trình hồi qui:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 \quad (5.10)$$

Các hệ số của phương trình hồi qui:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Y_j \quad b_2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{j2} Y_j \quad (5.10)$$

$$b_1 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{j1} Y_j \quad b_{12} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{j1} X_{j2} Y_j$$

Bảng 5.6. Bảng tính các hệ số phương trình hồi qui:

$(\ln R_a - \bar{t}b)Y_i$		$Y_i X_{i1}$	$Y_i X_{i2}$	$Y_i X_{i12}$
-0,43078		0,8439707	0,8439707	-0,8439707
-0,12783		0,22314355	-0,22314355	0,22314355
-0,65393		-0,43078292	0,43078292	0,43078292
-0,59784		-0,12783337	-0,12783337	-0,12783337
$\ln(R_a)$	$b_0 =$	$b_1 =$	$b_2 =$	$b_{12} =$
	0,3618	0,06667	5,203	-1,167

Phương sai tái hiện $S_{tt} = 0,047903241$

Độ lệch quân phương $S_{bi} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{N}} = 0,02395162$

Hệ số hồi qui theo tiêu chuẩn Student:

$$t_0 = \frac{|b_0|}{S_{b0}} = 16,96889266; \quad t_1 = \frac{|b_1|}{S_{b1}} = 5,30754625$$

$$t_2 = \frac{|b_2|}{S_{b2}} = 9,642104; \quad t_{12} = \frac{|b_{12}|}{S_{b12}} = 3,317906762$$

Tra bảng tiêu chuẩn Student ta có $t_{0,05}(2) = 4,303$

Chỉ có $t_0, t_1, t_2 > t_{0,05}(2)$ nên b_0, b_1, b_2 có nghĩa.

Vậy hàm hồi qui có dạng:

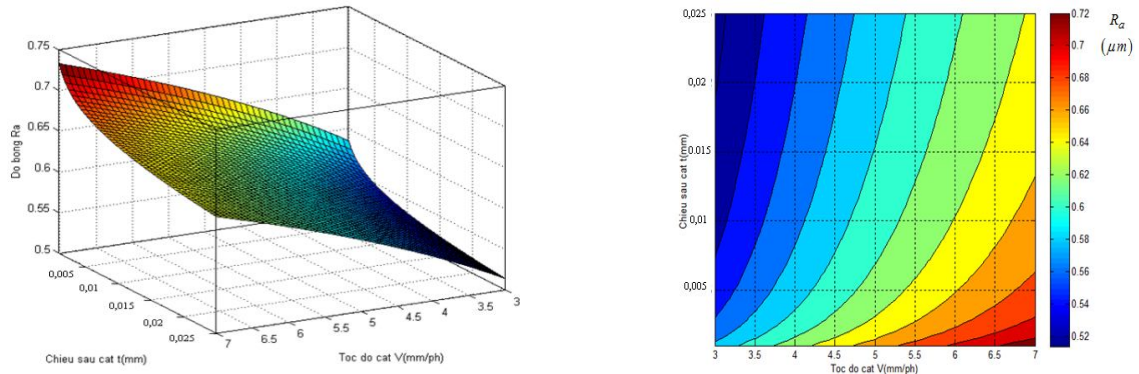
$$Y = 0,3618 + 0,06667X_1 + 5,203X_2 - 1,167X_1X_2 \quad (5.12)$$

Vậy hàm thực nghiệm của hệ thống là $R_a = 0,3631 \cdot V_c^{0,265} \cdot t^{-0,0405}$ (5.13)

Bảng 5.7. Bảng hệ số hồi qui theo chuẩn Student

N	Tốc độ cắt (mm/ph)	Chiều sâu cắt (mm)	Các yếu tố theo tỉ lệ mã hóa				Độ bóng Ra (μm) đo được
	V	T	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	
1	3	0,01	1	-1	-1	1	0,43
2	3	0,04	1	-1	1	-1	0,80
3	7	0,01	1	1	1-	-1	0,65
4	7	0,04	1	1	1	1	0,88
5	5	0,025	1	0	0	0	0,52
6	5	0,025	1	0	0	0	0,55
7	5	0,025	1	0	0	0	0,50

Sử dụng phần mềm matlab kết quả thu được bằng đồ thị sau:



Hình 5.5. Đồ thị độ nhám phụ thuộc vào chiều sâu cắt và tốc độ cắt

Từ hình 5.5 ta thấy tốc độ cắt càng cao, chiều sâu cắt giảm thì độ nhám R_a càng giảm phù hợp với nguyên lý cắt gọt.

3. Quy trình công nghệ cắt thử rãnh trên mẫu nòng pháo 37mm

Cá bước công nghệ cắt rãnh nòng pháo 37mm được chọn như sau:

- Bước 1: Chuẩn bị máy
- Bước 2: Chuẩn bị đầu cắt
- Bước 3: Định vị và kẹp chặt phôi
- Bước 4: Cắt nhóm rãnh thứ nhất
- Bước 5: Cắt nhóm rãnh thứ hai
- Bước 6: Kiểm tra tổng thể

Kiểm tra góc xoắn; Kiểm tra độ nhám bằng phương pháp so sánh với mẫu.

Qua phân tích, tham khảo các thông số chế độ cắt đã áp dụng trong sản xuất đã nêu trên. Căn cứ vào kết cấu cụ thể của đầu dao, tốc độ, kết cấu của máy chọn chế độ cắt để cắt rãnh nòng như sau:

Bước cắt tinh:

- Tốc độ cắt $V = 5m/phút$
- Chiều sâu mỗi lần cắt $t = 0,025mm$.

5.4. Xử lý số liệu, đánh giá kết quả

5.4.1. Xử lý số liệu, đánh giá kết quả thực nghiệm điện hóa thô rãnh xoắn nòng pháo

Thí nghiệm các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình điện hóa, kết quả thu được từ bảng 5.1 đến bảng 5.7 ta thấy:

Chọn tham số công nghệ gia công điện hoá rãnh xoắn nòng pháo 37mm như sau:

Khe hở giữa các điện cực $\delta = 0,5 \text{ mm}$; $i_a = 14,9 \text{ A/cm}^2$ ($I = 146 \text{ A}$); $U = 20,5 \div 21,5 \text{ V}$; $P = 6 \text{ at}$; $T^0 = 32 \div 34^\circ \text{ C}$

5.4.2. Xử lý số liệu, đánh giá kết quả thực nghiệm chuốt tinh rãnh xoắn nòng pháo

Từ đồ thị tương quan giữa tốc độ chuốt và chiều sâu cắt ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt chọn chế độ chuốt nòng pháo 37mm như sau:

Tốc độ chuốt $V = 5mm/phút - 7mm/phút$

Chiều sâu chuốt $t = 0.025 \text{ mm} - 0,04\text{mm}$.

Kết luận chương 5

1. Đã thử nghiệm ăn mòn điện hóa răng xoắn tiến hành trên mẫu có chiều dài 300mm với đường kính lỗ $\phi 37^{+0,18}_{+0,12}$

Xác định chế độ điện hóa cơ bản. Sau đó thử nghiệm chế độ điện hóa nòng pháo 37mm và đưa ra thông số cơ bản chế độ điện hóa nòng 37mm như sau:

Khe hở giữa các điện cực $\delta = 0,5 \text{ mm}$; $i_a = 14,9 \text{ A/cm}^2$ ($I = 146 \text{ A}$); $U = 20,5 \div 21,5 \text{ V}$; $P = 6 \text{ at}$; $T^0 = 32 \div 34^\circ \text{ C}$; Nồng độ $\text{NaCl} = 17\text{-}20\%$

2. Đã thử nghiệm chế độ chuốt rãnh xoắn nòng pháo trong phòng thí nghiệm trên mẫu có chiều dài 300mm với đường kính lỗ $\phi 37^{+0,18}_{+0,12}$. Và xác định chế độ chuốt cơ bản sau đó thử nghiệm chuốt rãnh nòng pháo 37mm với chế độ:

$V = 5\text{mm/phút} - 7\text{mm/phút}$; Chiều sâu cắt $t = 0,025\text{mm} - 0,04\text{mm}$

3. Kết quả trên cho phép dùng phần mềm matlab quy hoạch thực nghiệm đưa ra quy luật chế độ gia công các sản phẩm tương tự.

KẾT LUẬN CHUNG

Trong thời gian nghiên cứu từ năm 2005 đến 2011, NCS đã thực hiện nghiên cứu thành công một số vấn đề khoa học sau:

- Công nghệ gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu là một dạng gia công đặc biệt. Công nghệ gia công rãnh xoắn nòng pháo là khó nhất. Nghiên cứu rãnh xoắn và các yêu cầu kỹ thuật đối với rãnh xoắn cho thấy độ chính xác gia công phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp gia công, thiết bị gia công và dụng cụ gia công.

- Mỗi một phương pháp gia công rãnh xoắn có những ưu điểm, khuyết điểm riêng. Tùy vào tỉ lệ L/d mà ta chọn phương pháp gia công cho phù hợp. Để gia công rãnh xoắn nòng pháo có $L/d > 50$ trong điều kiện ở Việt Nam, tác giả chọn phương pháp kết hợp: Gia công thô tạo rãnh xoắn cơ sở bằng phương pháp điện hóa và gia công tinh rãnh xoắn bằng phương pháp chuốt để phát huy ưu điểm, khắc phục nhược điểm của hai phương pháp riêng biệt.

- Chọn được sơ đồ đầu dụng cụ cắt là catốt vừa chuyển động tịnh tiến vừa quay, đầu dụng cụ cắt là dao chuốt cũng vừa chuyển động tịnh tiến vừa quay là rất phù hợp khi gia công rãnh xoắn nòng pháo có tỉ lệ $L/d > 50$. Đã xác định được miền thông số công nghệ gia công cho từng phương pháp.

- Luận án chọn phương án cải tạo máy tiện vạn năng **Niigata Machine Tool 3699** thành thiết bị chuốt, điện hóa rãnh xoắn trong lỗ sâu ($L/d > 50$). Tính lực lớn nhất tác dụng lên dụng cụ khi gia công nòng pháo 76,2mm để thiết kế bộ truyền trục vít me – Đại ốc và kiểm nghiệm công suất động cơ của máy. Đã thiết kế được các cụm chi tiết cơ bản cho máy chuốt và máy điện hóa, kết hợp với phương án cải tạo máy tiện Niigata Machine Tool 3699. Đã thiết kế được các đầu dụng cụ điện hóa và dao chuốt rãnh xoắn nòng pháo 37mm phù hợp với máy gia công.

- Nòng pháo 37mm sau khi gia công thử nghiệm và chế thử đã đáp ứng hoàn toàn các yêu cầu kỹ thuật đặt ra. Sau khi bắn thử đạt độ chụm tương đương với pháo 37mm của Nga.

Như vậy có thể khẳng định, nhiệm vụ nghiên cứu khoa học đề tài: **“Nghiên cứu công nghệ và thiết bị gia công rãnh xoắn trong lỗ sâu”** đã hoàn thành và chuẩn bị đưa vào sản xuất tại Việt Nam.

