

Ứng dụng phương pháp gia công điện hóa để mài các chi tiết dạng trục đã qua nhiệt luyện để dạy cho sinh viên kỹ thuật

Ngô Xuân Sơn*, Phạm Thanh Phú*

*Khoa Cơ khí Chế tạo, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

Received: 8/9/2024; Accepted: 20/9/2024; Published: 30/9/2024

Abstract: Machining difficult-to-machine materials is a concern for researchers today. To process difficult-to-machine materials, researchers have focused on introducing many new machining methods: Ultrasonic machining, abrasive water jet machining, electrochemical machining, electric spark machining, laser beam machining... Electrochemical grinding is a new direction that is being widely developed in advanced countries. In Vietnam, in recent years, electrochemical grinding has been receiving attention in research, but it has not been widely applied in production

Keywords: Electrochemical grinding, Axial details, Method.

1. Mở đầu

Gia công vật liệu khó gia công là nỗi trăn trở của các nhà nghiên cứu hiện nay. Để gia công vật liệu khó gia công các nhà nghiên cứu đã tập trung giới thiệu nhiều phương pháp gia công mới: Gia công bằng Siêu âm, bằng Tia nước hạt mài, bằng Điện hóa, bằng tia lửa điện, bằng chùm tia Laze... Mài điện hóa là hướng đi mới đang được phát triển rộng rãi tại các nước tiên tiến, ở Việt Nam, trong những năm gần đây mài điện hóa đang được quan tâm nghiên cứu, tuy nhiên việc áp dụng rộng rãi vào sản xuất chưa nhiều.

2. Nội dung nghiên cứu

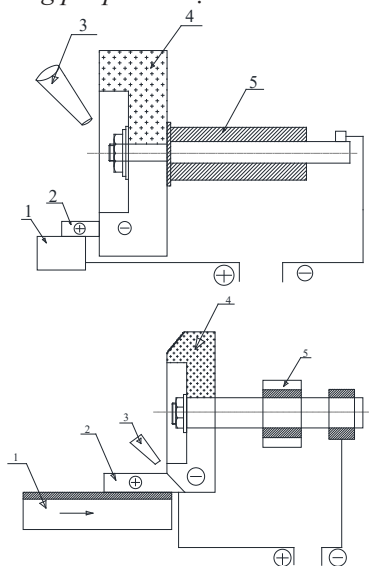
2.1. Tổng quan về mài điện hoá

Mài điện hoá là dạng đặc biệt của phương pháp gia công điện hoá trong đó đá mài quay (catod) là một đĩa mài hình vành khăn dẫn điện có gắn các hạt kim cương, hoặc carbid silic hoặc cô ranh đông, được dùng để tăng cường sự hoà tan của bề mặt kim loại gia công (anod). Vật liệu dùng cho mài điện hoá là oxít nhôm và kim cương. Vật liệu kết dính hoặc là kim loại (cho hạt mài kim cương) hoặc là nhựa trộn với các hạt kim loại để tạo thành chất dẫn điện (cho oxít nhôm). Các hạt mài nhô ra từ đá mài tiếp xúc với chi tiết gia công hình thành nên khe hở trong mài điện hoá. Tác dụng cạo xước của những hạt mài của đĩa mài ngăn cản quá trình tự kiểm chế của anod. Dòng dung dịch điện phân đi qua khe hở giữa các hạt mài để thực hiện chức năng của nó.

Những hạt mài có hai nhiệm vụ song hành. Một mặt chúng là những hạt cách điện, và quyết định kích thước của khe hở (0,02-0,08 mm), bảo đảm sự lưu thông của dung dịch điện phân và loại trừ khả năng

bị ngắn mạch, mặt khác chúng đẩy ra khỏi dung dịch điện phân lượng vật liệu đã bị bóc đi và lớp còn bám trên vật gia công. Điều đó rất quan trọng là sự lấy phoi là kết quả của quá trình điện hoá, và tác dụng mài bóng ở đây chưa phải là quyết định.

2.1.1. Phương pháp mài điện hoá



Hình 2.1. Sơ đồ mài điện hoá

- Mài mặt phẳng bằng mặt đầu đá.
- Mài mặt phẳng bằng mặt trụ đá.
- Mài mặt trụ trong.
- Mài mặt trụ ngoài.
- Mài mặt định hình.

2.1.2. Đặc điểm chung của mài điện hoá

- Năng suất cao hơn so với phương pháp mài bằng đá mài (hạt mài kim cương).

- Mài mòn đá ít, giảm chi phí sửa đá.
- Ít ảnh hưởng nhiệt và biến dạng do nhiệt.
- Không có bavias.
- Giảm áp lực của đá mài lên bề mặt gia công, tăng độ chính xác gia công.
- Độ nhám bề mặt có thể đạt đến $R_a=0,1-0,4\mu m$, vật liệu có độ cứng càng cao thì độ nhám bề mặt càng giảm.
- Độ chính xác gia công có thể đạt được $\pm 0,025mm$, nếu điều khiển tốt các thông số có thể đạt được $\pm 0,01mm$.
- Có thể mài bán kính trong từ 0,25 đến 0,4mm, bán kính ngoài từ 0,1 đến 0,2mm với hiệu điện thế thấp.
- Thiết bị tương đối đắt tiền.

2.1.3. Các thông số của quá trình mài điện hoá

- Dung dịch điện phân (thường dùng là $NaNO_3$) bơm qua khe hở giữa hạt mài và chi tiết.
- Mật độ dòng điện thường dùng: $100-300A/cm^2$
- Điện thế giữa khe hở 2 điện cực ($0,025mm$) = 3-15 V
- Hạt mài không dẫn điện, tạo khe hở nhất định giữa 2 điện cực ($12-80\mu m$)
- Khi quá trình điện phân xảy ra, hình thành một màng mỏng oxit trên bề mặt chi tiết (Anot) tạo nên lớp cách điện (bán dẫn) làm giảm hoặc ngừng quá trình gia công.
- Hạt mài sẽ có tác động cơ học tách lớp oxit hình thành trên bề mặt chi tiết gia công.
- Vật liệu hạt mài: Oxit nhôm, kim cương, SiC với kích thước từ 60-320 grit ($150 - 40\mu m$).
- Vật liệu kết dính: Kim loại (cho hạt mài kim cương hoặc nhựa trộn với các loại hạt kim loại (Cu) tạo thành chất dẫn điện cho hạt mài Al_2O_3).
- Tốc độ tại bề mặt đá mài: 25-35m/s ($1100-1800$ m/min hoặc có thể cao hơn 2500-3500 m/min)
- Tốc độ tách vật liệu năng suất: $1600mm^3/min/1000A$

- Công suất quá trình mài điện hoá thấp do diện tích bề mặt gia công nhỏ và do hạt mài chỉ tách bỏ lớp oxit trên bề mặt chi tiết.

- Mài điện hoá thường dùng gia công các hợp kim khó gia công như (thép inox, hợp kim cứng) hoặc các vật liệu đã qua nhiệt luyện đạt độ cứng HRC 56-60.

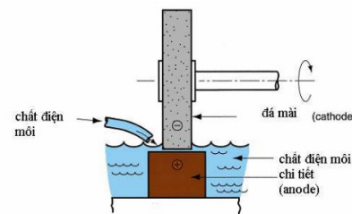
- Tốc độ tiến dao phụ thuộc vào: Mật độ dòng điện, tốc độ tách vật liệu, chiều sâu cắt và đường kính đá mài.

2.1.4. Ứng dụng

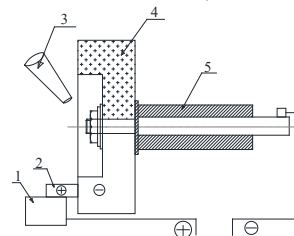
- Dùng để mài sắc các dụng cụ bằng hợp kim cứng; các loại carbide kim loại được hoà tan thành axit kim loại rồi mới hoà tan từ anode.

- Gia công cánh tuốc bin hoặc van của động cơ tuốc bin động cơ máy bay.
- Mài các vật liệu cứng giòn, thành mỏng.
- Gia công các chi tiết dùng trong phẫu thuật, kim tiêm.
- Không phù hợp để gia công các bề mặt định hình lõm như làm khuôn.

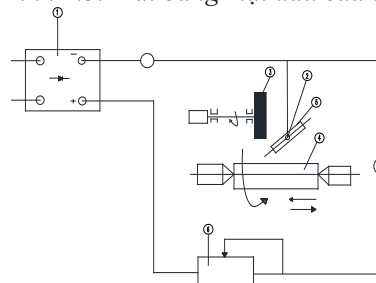
2.2. Nguyên lý của gia công mài điện hoá



Hình 2.2. Sơ đồ mài điện hoá mặt trụ đá



Hình 2.3. Mài bằng mặt đầu của đá



Hình 2.4. Sơ đồ mài điện hoá mặt trụ ngoài

(1) Bộ biến tần; (2). Điện cực âm (Ổng dẫn dung dịch); (3). Đá mài; (4). Chi tiết (Cực dương); (5). Ổng dẫn dung dịch điện phân

a. Ưu điểm: Phương pháp có năng suất cao gấp 2 lần so với phương pháp mài thông thường. Có khả năng mài được bất kỳ kim loại nào, không phụ thuộc vào độ cứng hay độ dẻo và không có phóng điện hồ quang hay tia lửa điện.

b. Nhược điểm: Nhược điểm của phương pháp: mật độ dòng điện lớn đòi hỏi phải có công suất nguồn điện lớn và tiêu hao chất điện phân lớn. Có hai phương pháp mài bằng điện hóa: (1) Dùng đá mài dẫn điện; (2) Dùng đá mài trung tính (không dẫn điện).

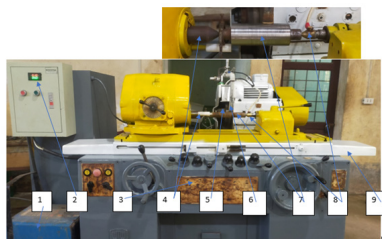
2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết

Nghiên cứu bản chất của gia công điện hoá, nghiên cứu các thông số ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng của gia công điện hoá. Quá trình gia công kim loại bằng điện hoá có thể xem là quá trình ngược lại của “mạ kim loại bằng điện”, tức là dựa trên nguyên lý điện phân. Chính vì vậy để hiểu được bản chất của công nghệ gia công điện hoá cần phải dựa vào “nguyên lý điện phân”. Trên cơ sở ấy cộng với những đặc điểm đặc trưng của gia công điện hoá để tìm hiểu các thông số ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng của phương pháp gia công và dựa vào điều kiện thực tế lựa chọn các thông số đầu vào và ra cho nghiên cứu thực nghiệm.

2.3.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

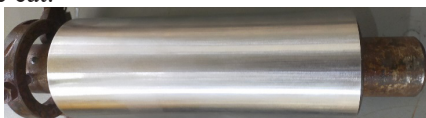
Như đã trình bày ở các phần trên, việc tiến hành nghiên cứu thực nghiệm để xác định ảnh hưởng của của các thông số mài điện hoá đến vật liệu chi tiết và năng suất mài có ý nghĩa rất quan trọng. Nghiên cứu thực nghiệm cho phép chính xác hóa các mô hình lý thuyết đã được xây dựng từ trước, đưa ra các lưu ý sử dụng cho các điều kiện gia công khác nhau khi áp dụng vào thực tế sản xuất. Để thực hiện mục đích của bài báo, tác giả đã xây dựng sơ đồ thí nghiệm như hình 2.5.



Hình 2.5. Máy mài điện hoá

1. Bộ điều chỉnh điện áp, 2. Màn hình hiển thị vonke, 3. Máy mài điện hoá, 4. Đầu cách điện trước, 5. Đá mài kim cương, 6. Ống dẫn dung dịch Nacl, 7. Phôi mài, 8. Đầu cách điện sau, 9. Bàn máy

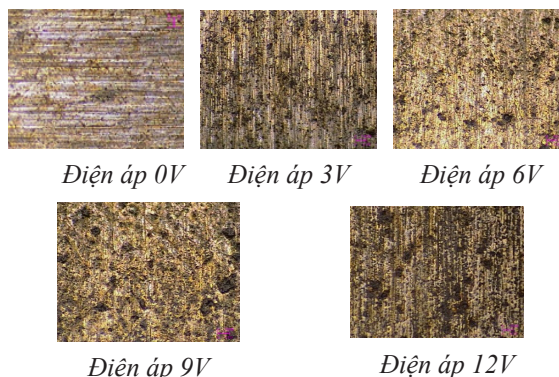
Tác giả sử dụng thí nghiệm là máy mài FS của Đức được cải tạo thành máy mài điện hoá (hình 2.5). Chi tiết trục mẫu là thép SKD11 của Nhật Bản có kích thước là $\varnothing 62 \times 200$. Đá có vận tốc mài $V = 35 \text{ m/s}$. Đá mài được sử dụng là đá mài kim cương dạng đĩa $300 \times 127 \times 20$ ký hiệu PR 300x127x20-40-H đây là là loại đá có Kim cương được sản xuất tại Đài Loan có chất dính kết hữu cơ, dung dịch chất điện phân là Natri clorua (NaCl) được pha theo tỷ lệ 5% vào nước cất.



Hình 2.6. Phôi làm thí nghiệm

Quá trình mài, chi tiết được phân chia các khoảng đều nhau với các dải điện áp là: 3V; 6V; 9V; 12V. Chi tiết được chống tâm 2 đầu, một đầu được kẹp tốc và được mài sơ bộ khi chưa có điện áp. Thực hiện mài điện hoá với các chế độ mài cho các cấp độ điện áp ra: 3V; 6V; 9V; 12V. Mỗi chế độ điện áp tiến hành mài trong thời gian 10 phút, 20 phút, 30 phút, 40 phút và số liệu được chia trung bình khi kiểm tra và có kết quả đo đường kính chi tiết, sử dụng kính hiển vi điện tử ARCS – KIM 4530U. Độ cứng của phôi được kiểm tra bằng máy đo độ cứng Matsuzawa của Nhật Bản, phôi có độ cứng khoảng 62 HRC.

Tiến hành chụp ảnh để phân tích cấu trúc, chất lượng bề mặt tại các chế độ điện áp khi mài



Hình 2.7. Ảnh chụp bề mặt chi tiết ở các chế độ điện áp khác nhau

3. Kết luận

Đã nghiên cứu phân tích và lựa chọn được sơ đồ nguyên lý của thiết bị mài điện hoá đơn giản ứng dụng vào thực tế. Trên cơ sở hoàn thiện thiết bị để có thể nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến chất lượng mài điện hoá. Tiến tới tối ưu hoá thiết kế, chế tạo, cải tiến máy mài điện hoá để phục vụ gia công và đưa vào giảng dạy tại xưởng nhà trường.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lê Thái Sơn, Ngô Xuân Sơn, Đậu Tấn Cương, Trần Văn Giang (2022), *Nghiên cứu ảnh hưởng của điện áp đến chất lượng bề mặt khi mài điện hoá hợp kim cứng bằng đá mài kim cương*. Tạp chí Cơ khí Việt nam ISSN; 1859 – 0810, Số 295 tháng 10.
- [2]. Lê Thái Sơn, Lưu Thủy Chung, Nguyễn Chương Đạo, Kiều Anh Dũng (2023), *Nghiên cứu ảnh hưởng của chiều sâu cắt đến chất lượng bề mặt khi mài điện hoá hợp kim cứng bằng đá mài kim cương*, Tạp chí Cơ khí Việt nam, ISSN:2815-5505, Số 304 tháng 06.