

Chế tạo thiết bị chi phí thấp phục vụ ngành cắt gọt kim loại dựa trên phương pháp tiếp cận CDIO

Nguyễn Hữu Ngoạn*, Phạm Thanh Phú*, Lê Thái Sơn*, Nguyễn Khắc Chinh*

*Trường Đại học Sư Phạm Kỹ thuật Vinh

Received: 12/7/2023; Accepted: 20/7/2023; Published: 28/7/2023

Abstract: Manufacturing low-cost equipment for training in technical disciplines in general and the metal-cutting industry, in particular, is an essential task of training institutions and schools in the context of funding sources to purchase teaching equipment. We have built a low-cost electrochemical grinder using a Diamond grinding wheel that includes an electrochemical solution water tank, solution pump, voltage transformer, body, tabletop, grinding dock, and a motor bearing the grinding wheel. The part to be sharpened is attached to the grinding dock, the length of the part is from 110mm - 140mm, and the width is 20 x 20mm. During the grinding process, the device is controlled manually and grinding is performed at voltage levels of 0V; 3V; 6V; 9V; 12V, the quality of the part surface after grinding is checked for roughness using a Japanese SJ - 201- Mitutoyo meter, and the microstructure is taken with a KIM450 measuring microscope of ARCS, Taiwan to assessment, comparison. Through the experimental results, it can be confirmed that self-made equipment is very useful for use in companies and businesses. Especially classes and laboratories to improve experimental skills and creativity according to CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate) approach from Perception, Design, Implementation, and Operation

Keywords: Surface quality, grinding voltage, electrochemical solution, grinding speed.

1. Đặt vấn đề

Chúng tôi đang áp dụng cách tiếp cận CDIO để phát triển chương trình đào tạo ngành cắt gọt kim loại, tuy nhiên hiện nay đang phải đối mặt với một khó khăn do thực tế ở Việt Nam việc mài dụng cụ cắt Hợp kim cứng (HKC) đang dùng đá mài Cacbitsilic xanh, độ cứng của đá mài loại này không cứng hơn nhiều so với độ cứng của HKC [3] nên dụng cụ mài không được sắc, các cung của bán kính mũi dao lớn dẫn đến sản phẩm gia công chất lượng không tốt. Như vậy việc chế tạo thiết bị mài điện hóa sử dụng đá mài kim cương để phục vụ đào tạo, giúp người học tiếp cận CDIO giảm được thời gian, đảm bảo được khối lượng kiến thức cần thiết trong đào tạo. Máy mài điện hóa, dùng đá mài kim cương [1] để gia công HKC là một giải pháp tối ưu hiện nay, khi sử dụng máy mài điện hóa dùng đá mài kim cương để gia công HKC năng suất mài tăng lên khoảng 3-4 lần [3]. Tuy nhiên khi mài điện hóa phải tiêu tốn thêm một lượng đá khoảng 30% so với mài không dùng điện hóa [2], nhưng do năng suất mài tăng, chất lượng bề mặt vật mài đồng đều nên trong những năm gần đây gia công điện hóa được ứng dụng rất nhiều trong; Mài điện hóa, khoan lỗ điện hóa, đánh bóng điện hóa, làm sạch ba via bằng điện hóa..v.v. Gia công điện hóa được kết hợp từ hai

nguồn gia công mạnh để giải quyết vấn đề gia công vật liệu khó gia công, gia công mài vật liệu bằng đá mài kim cương kết hợp với việc dùng điện hóa để bóc tách kim loại [4]. Để đánh giá chất lượng thiết bị sau khi hoàn thành nhóm tác giả đã tiến hành thí nghiệm, các thí nghiệm được thay đổi điện áp (0V, 3V, 6V, 9V, 12V). Kết quả của mỗi thí nghiệm sẽ được đo, kiểm tra đồng thời; Đo độ nhám bề mặt, chụp và kiểm tra chất lượng bề mặt để so sánh đối chứng.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Bố trí các thí nghiệm

Sơ đồ thí nghiệm được thể hiện như ảnh chụp trên (hình 1). Phần cán dao được kẹp chặt trên đầu quay của máy mài, đầu có lưỡi dao được quay và tịnh tiến theo các hướng. Đầu quay quay được 90⁰ quanh trục Z, quay được 10⁰ theo trục Y và tịnh tiến được 30mm theo trục X. Chế độ mài được sử dụng trong quá trình gia công thử nghiệm, gồm: Vận tốc mài của đá V = 23m/s; chiều sâu cắt t = 0,02 mm. Mẫu phôi dùng trong thí nghiệm (hình 2) cán dao có dạng hình vuông 20 x20 mm và chiều dài L = 125 mm, đã được hàn mảnh K01 (của Nhật Bản). Vật liệu làm cán dao là thép 40X của liên bang Nga, các mẫu thí nghiệm được kiểm tra kích thước chiều dài. Mảnh dao có kích thước 6 x 12 x 3 (mm), Các thông số góc của lưỡi cắt mảnh

dao gồm: góc sau $\alpha = 6^\circ$, góc nâng $\lambda = 0^\circ$, góc trước $\gamma = 0^\circ$ Góc mũi dao $\varepsilon = 60^\circ$. Chất lượng bề mặt dụng cụ cắt sau khi mài điện hóa được đo độ nhám bề mặt bằng máy đo SJ – 201- Mitutoyo của Nhật Bản, được tiến hành đánh bóng làm sạch bề mặt bằng máy mài bóng TNP-1020FR, sau đó mẫu được chụp bằng kính hiển vi đo lường KIM450 của hãng ARCS, Đài Loan. Kính hiển vi KIM450 có thang đo tuyến tính $0,5\mu\text{m}$ trên trục XYZ, có độ phóng đại quang học của vật kính từ 0,7 đến 4,5. Kính hiển vi gồm hai chế độ chiếu sáng: Chiếu xuyên và chiếu bề mặt, dung dịch điện hóa Các bo nát Nát ri (Na_2CO_3) được pha với nước cất có nồng độ 5%. Đá mài Kim cương được dùng thí nghiệm có ký hiệu AC6 – 160/125 – 2M_2 -01: AC6 là đá chấu Kim cương, 160/125 biểu thị độ hạt trong đá, 2M_2 -01 quy định đá có chất kết dính kim loại gồm Đồng và Thiếc. đá có D = 150mm; W = 20mm; K = 80mm; X = 6mm; T = 40mm; H = 32mm.

2.2. Thí nghiệm đánh giá độ tin cậy của thiết bị được chế tạo

2.2.1. Thí nghiệm đánh giá độ nhám bề mặt

Thực hiện mài điện hóa với các chế độ mài cho các cấp độ điện áp ra: 0V; 3V; 6V; 9V; 12V. Mỗi chế độ điện áp ta tiến hành mài 02 mũi dao và số liệu được chia trung bình khi đo độ nhám bề mặt ta có kết quả đo độ nhám như sau:



Ghi chú: 1- Bộ điều chỉnh điện áp, 2- Màn hiển thị, 3- Động cơ, 4- Đá Kim cương, 5- Ống dẫn dung dịch mài, 6- Đầu mài, 7- Thân máy

Hình 2.1: Sơ đồ hệ thống thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của điện áp đến chất lượng bề mặt chi tiết trong quá trình gia công



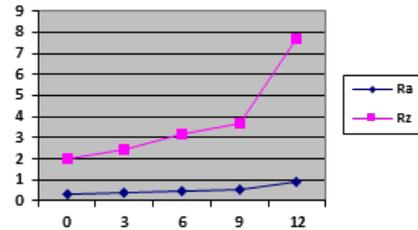
Hình 2.2: Dao dùng thí nghiệm



Hình 2.3: Đá mài Kim Cương dùng thí nghiệm

Bảng 2.1: Giá trị kết quả thực nghiệm đo nhám bề mặt chi tiết sau khi mài

Thang đo	Các chế độ điện áp					Ghi chú
	0V	3V	6V	9V	12V	
R_a	0.340	0.364	0.449	0.567	0.895	(μm)
R_z	1.996	2.475	3.161	3.702	7.702	(μm)



Hình 4: Độ nhám bề mặt chi tiết sau khi mài ở các chế độ điện áp khác nhau

2.2.2. Thí nghiệm đánh giá sự thay đổi cấu trúc tế vi bề mặt khi thay đổi các chế độ điện áp mài

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



Hình 2.5: Ảnh chụp bề mặt chi tiết khi mài $U = 0V$



Hình 2.6: Ảnh chụp bề mặt chi tiết khi mài $U = 3V$



Hình 2.7: Ảnh chụp bề mặt chi tiết khi mài $U = 6V$



Hình 2.8: Ảnh chụp bề mặt chi tiết khi mài $U = 9V$



Hình 2.9: Ảnh chụp bề mặt chi tiết khi mài $U = 12V$

2.3. Thảo luận

Từ các kết quả trên ta nhận thấy rằng thay đổi điện áp ảnh hưởng lớn đến chất lượng bề mặt chi tiết, khi mài điện hóa điện áp mài tăng, thì năng suất mài tăng nhưng chất lượng bề mặt giảm [5,6]. Tuy nhiên trong bài báo này tác giả chưa đề cập đến năng suất trong

quá trình mài mà tập trung đánh giá chất lượng bề mặt chi tiết sau khi mài điện hóa. Chất lượng bề mặt chi tiết mài phụ thuộc nhiều vào việc thay đổi các chế độ điện áp, khi tăng điện áp chất lượng bề mặt giảm nhanh do hiện tượng phóng tia lửa điện, các đỉnh nhấp nhô trên bề mặt liên tục bị bắn phá, bị bong tróc và cuốn ra ngoài theo các hạt mài. Trong giai đoạn này bề mặt mài bị mòn nhanh do áp lực đơn vị trong vùng mài lớn, bề mặt được mài của dao liên tục tiếp xúc với bề mặt đá mài và liên tục bị hiện tượng điện hóa, các đỉnh nhấp nhô trên bề mặt dụng cụ nhanh chóng bị san phẳng, để các đỉnh nhấp nhô mới được hình thành [7,8], do đó tốc độ mòn giai đoạn này lớn. Độ ổn định của quá trình mài được kéo dài khi điện áp mài ổn định, để đáp ứng được yêu cầu trên thì dung dịch tưới, áp lực đơn vị diện tích, khe hở trong quá trình mài phải luôn ổn định. Như vậy khi gia công mài điện hóa điều quan trọng nhất ta thấy Rz ở tốc độ điện áp 12V tăng nhanh do đỉnh các nhấp nhô hình thành lớn. Khi dùng chế độ mài thường $U = 0V$ (không mài điện hóa) bề mặt mài thu được tốt hơn, nhưng năng suất mài thấp hơn 3-4 lần so với mài điện hóa [4]. Bề mặt chi tiết sau khi mài được đánh bóng, xử lý chụp ảnh ta thấy các vết cắt của đá rất mịn chất lượng bề mặt mài rất tốt (hình 5), tuy nhiên trong thời gian này nhìn vào đồ thị (hình 4) ta thấy Rz có biến động lớn hơn Ra, quan sát đồ thị ta thấy Rz tăng vọt khi mài với chế độ điện áp cao (12V). Khi thay đổi điện áp mài ta thấy khi mài điện áp 3V hoặc 6V thì Ra ổn định còn Rz có xung hướng tăng (hình 6 và 7) Giai đoạn này ứng với các điều kiện mòn ổn định như; diện tích tiếp xúc lớn, áp lực đơn vị nhỏ hơn giai đoạn 1, hệ số ma sát ổn định. Do vậy tốc độ mài mòn của dụng cụ tương đối đều và chậm, giai đoạn này thường ứng với lượng mòn hợp lý Hs của dụng cụ và thời gian ứng với nó được chọn để xác định tuổi bền dụng cụ. Khi gia công ở chế độ điện áp 9V ta thấy trên bề mặt xuất hiện các lỗ hồng, chất lượng bề mặt mài giảm đi nhiều. Giai đoạn này ứng với các điều kiện mài bất hợp lý (vết cào, xước hình thành khi mài), dẫn tới thông số độ nhám Ra và Rz đều tăng, tuy nhiên Rz tăng mạnh hơn. Do vậy tốc độ mòn của dụng cụ mài tăng nhanh, nó phá hủy bề mặt dụng cụ nếu tiếp tục mài, dụng cụ không còn khả năng làm việc, muốn tiếp tục dụng cụ phải được mài sắc lại ở chế độ điện áp thấp. Trong thí nghiệm mài điện hóa kim cương BK8 ở mức điện áp 4V tác giả [4] cũng đã nhận xét tương tự như trên. Tăng áp lực làm cho khe hở giữa 2 điện cực giảm dần, khi vượt quá giới hạn cho phép làm cho chất điện ly không vào được vùng gia công. Mặt khác khe hở nhỏ lúc này bề mặt đá và

chi tiết gần như tiếp xúc trực tiếp với nhau gây ra đoản mạch, tia lửa điện xuất hiện làm tăng nhiệt độ dung dịch điện ly, mòn đá tăng, Ra tăng, năng suất giảm.

3. Kết luận

Chúng tôi đã chế tạo được một thiết bị mài dụng cụ cắt chi phí thấp để giảng dạy thực hành ngành cắt gọt kim loại đơn giản, linh hoạt. Thiết bị này được sử dụng để mài dao tiện HKC, có thể được sử dụng trong dạy học thực hành hoặc trong phòng thí nghiệm. Ngoài chi phí thấp thiết bị này còn có một số ưu điểm như: kích thước nhỏ gọn, độ chính xác cao, đơn giản và dễ sử dụng để phát triển các đánh giá kiểm tra các góc độ khác nhau của dao tiện trong dạy thực hành. Thiết bị này là một lựa chọn có giá trị cho giáo viên để khắc phục tình trạng kinh phí ngân sách thấp nhưng vẫn nâng cao kỹ năng toàn diện và sự sáng tạo của sinh viên theo CDIO. Hợp kim cứng được mài điện hóa bằng đá mài kim cương đã kết hợp được 2 phương pháp gia công mạnh bằng đá kim cương và băng mài điện hóa, phù hợp để tạo ra năng suất cao và chất lượng tốt khi mài dao tiện HKC. Bề mặt của dao có độ ổn định, độ bền và tính chất cơ học tốt hơn. Trong công việc hiện tại này dao đã được mài với các chế độ điện áp khác nhau 0V; 3V; 6V; 9V; 12V. Các thông số của chế độ điện áp giúp tác giả xác định chất lượng tốt nhất khi mài điện hóa nên mài từ 3V đến 6V. Tổng cộng có 5 cặp mẫu dao đã được tiến hành mài, đánh bóng, đo độ nhám và chụp tế vi để kiểm tra chất lượng bề mặt dao cắt. Quan sát thấy rằng mẫu 2 và mẫu 3 có chất lượng tốt ít khuyết tật ở các vùng mài, trong khi mẫu 4 và 5 chất lượng bề mặt dụng cụ mài kém hơn.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Văn Hùng (2002), *Nghiên cứu tối ưu các thông số công nghệ của quá trình mài điện hóa bằng đá mài kim cương khi gia công hợp kim cứng*, LATS Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Văn Hùng (1999), “*Gia công các vật liệu có độ bền cao bằng phương pháp mài điện hóa kim cương*”, Tạp chí Cơ khí ngày nay, số 25. Trang 21-23. Hà Nội
- [3]. Nguyễn Quốc Tuấn, Vũ Ngọc Pi, Nguyễn Văn Hùng (2009), *Các phương pháp gia công tiên tiến*, NXB KH và KT. Hà Nội
- [4]. Trần Quốc Hùng, Nguyễn Đình Mãn (2010), “*Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực mài ở các cấp điện áp đến năng suất và chất lượng khi mài điện hóa Hợp kim cứng T15K6 bằng đá mài Kim cương*”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ số13, trang 92-96. Hà Nội
- [5]. McGraw-Hill (2005), *Advanced Machining Processes*, Hassan El-Hofy, Mechanical Engineering Series.