

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỆN ÁP ĐẾN TỐC ĐỘ BÓC VẬT LIỆU VÀ CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT KHI MÀI ĐIỆN HÓA THÉP SKD11 BẰNG ĐÁ MÀI KIM CƯƠNG

STUDYING THE EFFECT OF VOLTAGE ON MATERIAL REMOVAL SPEED AND SURFACE QUALITY WHEN ELECTROCHEMICAL GRINDING SKD11 STEEL WITH DIAMOND GRINDING STONE

Ngô Xuân Sơn, Lê Thái Sơn, Lưu Thủy Chung, Mai Tất Lợi

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của điện áp đến tốc độ bóc vật liệu và chất lượng bề mặt khi mài điện hoá thép chống mài mòn, SKD11, bằng đá mài kim cương không dẫn điện nhằm tìm ra mức điện áp gia công hợp lý. Nhóm nghiên cứu thực nghiệm mài ở các mức điện áp 3V, 6V, 9V và 12V ở các khoảng thời gian 10, 20, 30, 40 phút với dung dịch điện phân NaCl 5%. Kết quả cho thấy khi điện áp tăng cao, năng suất mài tăng lên nhưng chất lượng bề mặt giảm xuống. Ở điện áp 6V cho chất lượng bề mặt cao nhất do sự cân bằng của ăn mòn điện hoá và mài mòn cơ học. Ở điện áp 12V, bề mặt chủ yếu bị phá huỷ do ăn mòn điện hoá.

Từ khóa: Điện hoá; Bóc vật liệu; Điện cực.

ABSTRACT

This paper presents researchs on the influence of voltage on material removal speed and surface quality when electrochemically grinding abrasion-resistant steel, SKD11, with non-conductive diamond grinding wheels to find the reasonable processing voltage level. The research team experimented with grinding at voltage levels of 3V, 6V, 9V and 12V at intervals of 10, 20, 30, 40 minutes with 5% NaCl electrolyte solution. The results show that when the voltage increases, grinding productivity increases while surface quality decreases. At 6V voltage, the surface quality peaked due to the balance of electrochemical corrosion and mechanical abrasion. At 12V voltage, the dominant cause for the destruction of the surface is electrochemical corrosion.

Keywords: Electrochemistry; Peel off material; Electrode.



1. GIỚI THIỆU

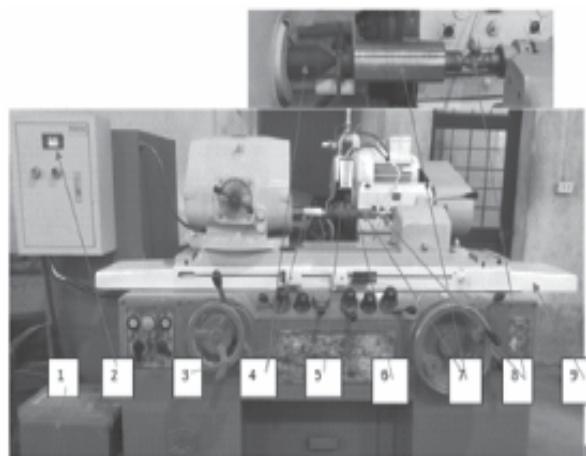
Thép SKD11 là thép hợp kim chống mài mòn thường được sử dụng để làm khuôn, mẫu. Đây là loại vật liệu khó gia công, thông thường để gia công tinh loại vật liệu này phải dùng đá mài kim cương thay cho việc dùng đá cabitsilic [1, 4]. Ngày nay, cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật các nhà khoa học đã đưa ra các phương pháp gia công tiên tiến để gia công thép SKD11 như: Mài điện hóa [2, 3], gia công bằng siêu âm, gia công bằng xung điện, v.v. [7, 8]. Các nghiên cứu về mài điện hóa bằng đá mài kim cương đã chỉ ra rằng ngoài các ảnh hưởng của điện áp, độ hạt, chất kết dính, áp lực đơn vị mài thì ảnh hưởng của điện hóa khi mài là yếu tố vô cùng quan trọng ảnh hưởng đến năng suất và quyết định nhiều đến chất lượng bề mặt vật mài [5, 6].

Để đạt được năng suất, chất lượng, giá thành của quá trình mài điện hóa bằng đá mài Kim cương cần tập trung nghiên cứu về mài điện hóa. Mài điện hóa có thể dùng đá mài dẫn điện, hoặc đá mài không dẫn điện (đá có chất dính kết hữu cơ). Trong nội dung bài báo này, tác giả tập trung nghiên cứu tốc độ bóc tách vật liệu (năng suất) [3] và chất lượng bề mặt sau khi mài [7] với đá mài trung tính (đá không dẫn điện).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

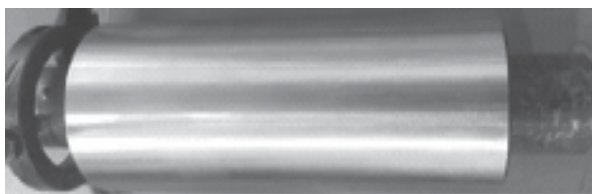
Tác giả sử dụng thí nghiệm là máy mài FS của Đức được cải tạo thành máy mài điện hoá (Hình 1.1). Chi tiết trục mẫu là thép SKD11 của Nhật Bản có kích thước là $\varnothing 62 \times 200$. Đá có vận tốc mài $V = 35 \text{ m/s}$. Đá mài được sử dụng là đá mài kim cương dạng đĩa $300 \times 127 \times 20$ ký hiệu PR 300x127x20-40-H, đây là 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 1.1. Máy mài điện hoá:

1. Bộ điều chỉnh điện áp, 2. Màn hình hiển thị vonke, 3. Máy mài điện hóa, 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



Hình 1.2. 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 hóa 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.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả

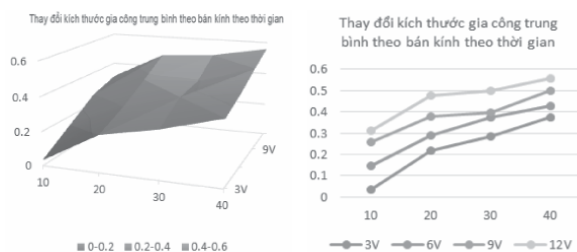
3.1.1. Ảnh hưởng của điện áp đến tốc độ bóc vật liệu và chất lượng bề mặt

Kết quả đo đường kính chi tiết thay đổi lượng dư gia công trung bình theo bán kính và theo thời gian như sau:

Bảng 1-1: Bảng tổng hợp sự thay đổi lượng gia công theo bán kính, theo thời gian, mm.

Thời gian (phút)	Các chế độ điện áp				Ghi chú mm
	3V	6V	9V	12V	
10	0.0334	0.2173	0.2843	0.3754	
20	0.1454	0.2889	0.3765	0.4287	
30	0.257	0.3793	0.3955	0.4976	
40	0.3102	0.4762	0.498	0.5589	

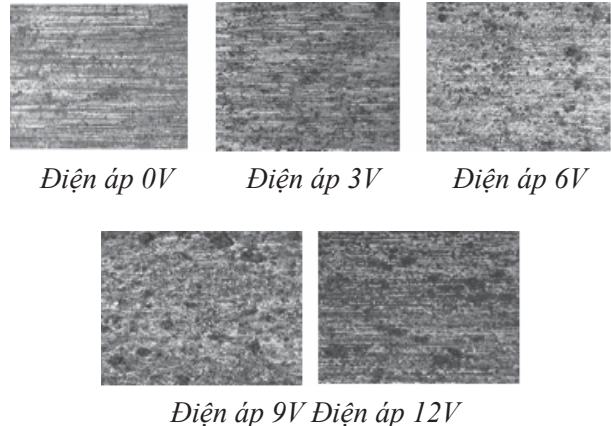
Sử dụng phần mềm Excel, ta vẽ được đồ thị như sau:



Hình 1.3. Đồ thị thay đổi lượng dư gia công trung bình đường kính phôi theo thời gian

3.1.2. 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 1.4. Ảnh chụp bề mặt chi tiết ở các chế độ điện áp khác nhau

3.2. Thảo luận

Từ biểu đồ và ảnh chụp trên, ta nhận thấy rằng thay đổi điện áp ảnh hưởng lớn đến độ bóc vật liệu, năng suất mài và chất lượng bề mặt tác động trực tiếp lẫn nhau [6], khi mài điện hóa với điện áp mài tăng, thì năng suất mài tăng nhưng chất lượng bề mặt giảm. Khi thực hiện mài ở các chế độ điện áp khác nhau, ta thấy độ bóc tách vật liệu phụ thuộc vào điện áp rất nhiều. Khi điện áp tăng thì độ bóc tách vật liệu tăng, dẫn đến năng suất mài tăng nhưng chất lượng bề mặt giảm xuống, điều này trùng với các kết luận của [2, 3] khi thực hiện mài điện hóa với đá mài dẫn điện.

Tốc độ bóc vật liệu chi tiết mài phụ thuộc nhiều vào việc thay đổi các chế độ điện áp. Ở mức điện áp 3V, tốc độ bóc vật liệu xảy ra chậm, điện cực đã tác động trên bề mặt của chi tiết nên chất lượng bề mặt nhìn kém hơn so với việc không sử dụng mài điện hóa. Khi tăng điện áp lên 6V, tốc độ bóc vật liệu tăng lên do tác dụng của điện hóa làm nhão bề mặt phôi kết hợp với quá trình cào xước của các hạt mài [8]. Ở mức điện áp 9V, 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 chi tiết liên tục tiếp xúc với bề mặt đá mài và liên tục bị hiện tượng điện hóa, các đỉnh nhấp nhô trên bề mặt chi tiết nhanh chóng bị san phẳng, để các đỉnh nhấp nhô mới được hình thành [5], do đó tốc độ mòn giai đoạn này là rất lớn. Khi thực hiện mài ở chế độ điện áp 12V, ta thấy tốc độ bóc tách vật liệu tăng, tuy nhiên trên bề mặt chi tiết xuất hiện các vùng lõm làm cho bề mặt chi tiết xấu đi nên chỉ phù hợp để mài thô.

4. KẾT LUẬN

Với điện áp nguồn một chiều hòa tan Anot từ 3V ÷ 12V: Khi điện áp sử dụng là 12V dẫn tới tăng độ nhấp nhô tế vi bề mặt mài, tăng số lần phóng tia lửa điện, cường độ quá trình hòa tan cực dương tăng, dẫn tới giảm lực cắt, năng suất tăng. Song sự tăng điện áp quá 12V không có lợi vì nó phóng tia lửa mạnh trong vùng mài, làm giảm chất lượng bề mặt gia công và dẫn đến tăng lượng mòn của đá, giảm chất lượng bề mặt. Khi sử dụng mài điện hóa ở chế độ 3V, ta thấy chất lượng bề mặt tốt, song năng suất bóc tách không cao so với quá trình mài ở chế độ điện áp cao hơn.

Như vậy, để đảm bảo độ bóc vật liệu tạo ra năng suất cao khi mài thép SKD11 bằng phương pháp mài điện hóa, ta nên chọn dải điện áp mài 3V với chế độ mài tinh và chọn 9 ÷ 12V với chế độ mài thô là hợp lý nhất. ❖

Ngày nhận bài: 18/11/2023

Ngày phản biện: 05/12/2023

Tài liệu tham khảo:

[1]. Trần Quốc Hùng, Nguyễn Đình Mẫn (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 TI5K6 bằng đá*

mài Kim cương. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, số 13.

[2]. 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 hóa hợp kim cứng bằng đá mài kim cương*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam ISSN; 1859 – 0810, Số 295, tháng 10.

[3]. 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 hóa hợp kim cứng bằng đá mài kim cương*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, ISSN:2815-5505, Số 304, tháng 06.

[4]. Anthony Beaucamp, Benjamin Kirschb, Wule Zhu (2022), “*Advances in grinding tools and abrasives*”. CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 71, Issue 2, Pages 623-646.

[5]. Tong Shu, Yong Liu a,b, Kan Wang, Tengfei Peng, Wenchao Guan (2022), “*Ultrasonic vibration-aided electrochemical drill-grinding of SLM-printed Hastelloy X based on analysis of its electrochemical behavior*”. Electrochemistry Communications, Volume 135, February, 107208.

[6]. Suvadeep Roy, Ardhendu Bhattacharyya, Simul Banerjee (2007), “*Analysis of effect of voltage on surface texture in electrochemical grinding by autocorrelation function*”. Tribology International 40, pp 1387–1393.

[7]. Zhengyang Xu, Yudi Wang (2021), “*Electrochemical machining of complex components of aero-engines: Developments, trends, and technological advances*”, Chinese Journal of Aeronautics, Volume 34, Issue 2, February, Pages 28-53.

[8]. Piyushkumar B. Tailor, Amit Agrawal, Suhas S. Joshi, Review (2013), “*Evolution of electrochemical finishing processes through cross innovations and modeling*”. International Journal of Machine Tools & Manufacture 66, pp 15–36.