

NGHIÊN CỨU KẾT HỢP PHƯƠNG PHÁP SIÊU ÂM VỚI ĐIỆN HÓA NHẪM TĂNG NĂNG SUẤT GIA CÔNG

RESEARCH OF COMBINATION OF ULTRASONIC AND ELECTROCHEMICAL MACHINING TO INCREASE PROCESSING PRODUCTIVITY

NGUYỄN TIẾN DŨNG

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: dungnt@vamaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong nghiên cứu này, tác giả kết hợp giữa hệ thống gia công siêu âm với phương pháp điện hóa. Tiến hành gia công với các chế độ điện áp khác nhau, trong khoảng thời gian 3 phút, nhận thấy rằng khi điện áp tăng từ 0V lên 4V thì chiều sâu cắt tăng từ 0,2mm lên 1,5mm (hiệu suất gia công tăng), độ mòn dụng cụ giảm từ 0,09mm xuống 0,04mm. Tuy nhiên, khi điện áp là 4V thì lại làm tăng độ nhám bề mặt gia công. Vì vậy, tối ưu nhất là điện áp trong khoảng từ 2V đến 3V.

Từ khóa: Gia công siêu âm, phương pháp điện hóa, dung dịch gia công, gia công hợp kim cứng, năng suất gia công.

Abstract

In this study, we have combined the ultrasonic machining with the electrochemical one. After electrochemical machining at different voltages for 3 minutes, it is seen that when the voltage increases from zero to 4 volts, the cutting depth from 0.2mm to 1.5mm (processing efficiency increase) the tool wear reduces from 0.09mm to 0.04mm. However, when at voltage of 4 volts, the toughness of the machining surface goes further. That is why the optimum voltage is in range from 2V to 3V.

Keywords: Ultrasonic machining (USM), Electrochemical Machining (ECM), machining liquid, hard alloy machining, processing productivity.

1. Mở đầu

Ngày nay, việc nghiên cứu và phát triển các công nghệ sản xuất chi tiết với kích thước nhỏ, làm từ vật liệu có độ cứng cao đang rất cấp thiết. Hiện nay đã có một số phương gia công được các chi tiết có kích thước nhỏ và độ cứng cao như gia công bằng tia lửa điện, gia công bằng laser [1-4]... nhưng các phương pháp này đều cho năng suất rất thấp và thường làm thay đổi tính chất cơ tính của lớp bên mặt.

Gia công siêu âm là kết quả của rung siêu âm, mặt dụng cụ tác động vào các hạt mài, các hạt mài này tác động vào bề mặt của vật gia công tạo ra quá trình cắt. Tuy nhiên, gia công kim loại bằng siêu âm có độ bền cao nhưng hiệu quả gia công thấp [5].

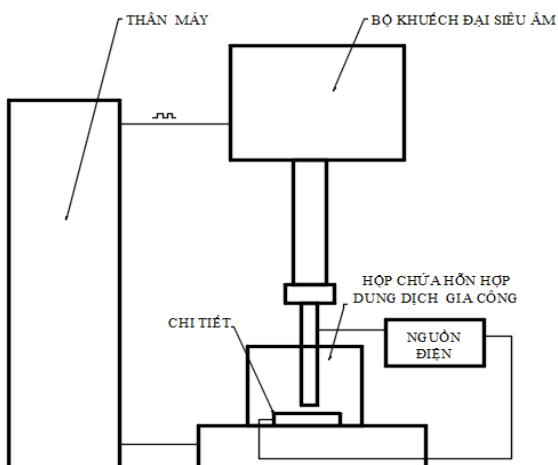
Gia công điện phân là một quá trình loại bỏ các "ion" kim loại dưới tác động của điện trường. Phương pháp này không làm thay đổi cơ tính bề mặt, không gây ứng suất dư, cho độ nhám thấp và hiệu quả gia công cao [6, 7].

Hai phương pháp trên có thể được kết hợp để phát huy lợi thế tương ứng của chúng, để nâng cao hiệu quả và chất lượng bề mặt gia công. Cũng có nhiều nghiên cứu về phương pháp gia công hỗn hợp điện hóa siêu âm ở trong và ngoài nước [8-11], tuy nhiên với điều kiện trong nước, đa phần các nghiên cứu phương pháp gia công hỗn hợp này chủ yếu để tạo ra các hạt vật liệu có kích thước nano [12] mà chưa nghiên cứu đến khả năng gia công. Trong công trình này, tác giả trình bày nghiên cứu ảnh hưởng của điện áp đến độ nhám bề mặt, hiệu suất gia công và độ mòn của dụng cụ cắt khi kết hợp gia công điện hóa và siêu âm.

2. Nguyên lý cơ bản gia công bằng điện hóa - siêu âm

Gia công hỗn hợp điện hóa siêu âm là một phương pháp gia công sử dụng nguyên lý siêu âm và nguyên lý điện phân để thực hiện gia công hỗn hợp. Hình 1 là sơ đồ nguyên lý và thực tế gia công hỗn hợp điện phân siêu âm. Chi tiết gia công được kết nối với điện cực dương (anốt) của nguồn điện một chiều và dụng cụ được kết nối với điện cực âm (catốt). Cả chi tiết gia công và dụng cụ được đặt vào trong bể chứa hỗn hợp dung dịch điện phân. Khi mở nguồn điện, dòng điện chạy qua hai điện cực thông qua bể chứa có tác dụng làm hòa tan kim loại ở anốt với 1 lượng được xác định theo định luật Faraday. Tại thời điểm này, các hạt mài mòn trong chất lỏng gia công phải chịu sự tác động với tần số cao của sóng siêu âm, đập vào bề mặt của chi tiết gây mài

mòn bề mặt, đồng thời phá hủy các sản phẩm điện phân trong khu vực gia công hình thành phoi gia công và phoi này sẽ bị dòng chất lỏng đưa ra ngoài khu vực gia công dưới tác động của rung siêu âm và xâm thực. Quá trình này được lặp đi lặp lại để tạo ra chi tiết gia công.

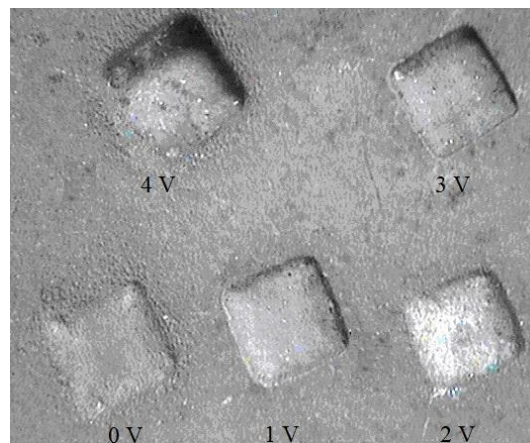


Hình 1. Sơ đồ nguyên lý cơ bản gia công bằng điện hóa - siêu âm

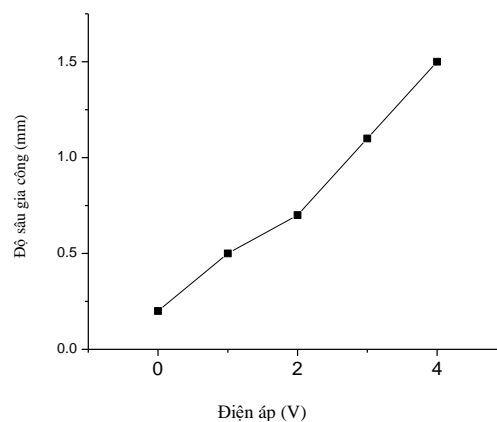
3. Kết quả thực nghiệm gia công và phân tích

Với thí nghiệm này, tác giả nghiên cứu chủ yếu là ảnh hưởng của dòng điện khi gia công bằng dụng cụ tiết diện vuông 1x1(mm), chiều dài phần gia công 10mm được lắp trên trục chính của máy và được làm từ thép C45, đã được nhiệt luyện có độ bền cao, chống mài mòn. Chi tiết gia công có dạng tấm, có kích thước (chiều dài x chiều rộng x chiều dày) 100x50x5 (mm), làm từ vật liệu siêu cứng YG8 (thành phần 92% WC (wonframcacbua), 8% Co (coban)), vật liệu này thường dùng chế tạo búa nghiền đá, sỏi, cát vàng. Hạt gia công là Cacbua silic có kích thước hạt là 38 μ m, chất điện phân là dung dịch nước natri nitrat 5%, tỷ lệ khối lượng của dung dịch này (dung môi/hạt mài) là 20%, áp suất tĩnh 2.0 N.

Sử dụng dòng điện một chiều với các thông số điện áp thay đổi lần lượt 0V (gia công không có điện phân), 1V, 2V, 3V, 4V, gia công trong thời gian 3 phút. Sau khi gia công, hình ảnh các rãnh cắt được thể hiện ở Hình 2 và độ sâu của từng chế độ điện áp thể hiện ở Hình 3, độ nhám bề mặt của từng rãnh gia công và đo độ mòn của dụng cụ gia công tương ứng với từng thí nghiệm được thể hiện ở Hình 3 và Hình 4.



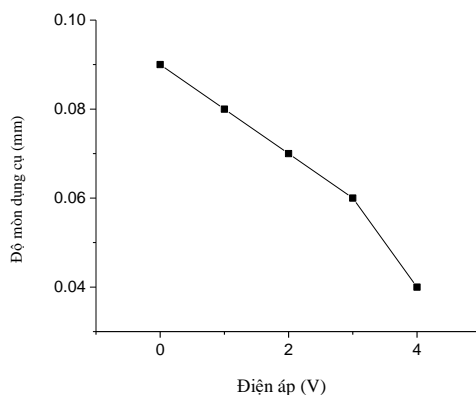
Hình 2. Hình ảnh chi tiết sau khi gia công với điện áp khác nhau



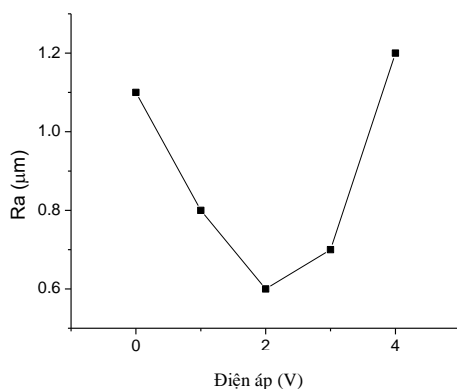
Hình 3. Ảnh hưởng của thay đổi điện áp đến tốc độ gia

Có thể thấy trong Hình 2 và Hình 3 rằng, sau 3 phút gia công thì khi tăng điện áp gia công, độ sâu của rãnh vuông tăng dần và độ sâu gia tăng rõ rệt khi điện áp là 4V (tăng từ 0,2mm lên 1,5mm). Từ Hình 4, khi điện áp bằng 0, lúc này dụng cụ bị mòn rất nhanh do các hạt mài trong dung dịch tác động vào. Khi tăng điện áp, tác dụng của hiệu ứng điện phân tăng mạnh, độ mòn của dụng cụ giảm do sự dịch chuyển ion kim loại từ chi tiết gia công (catốt) sang dụng cụ (anốt) và khi điện áp điện phân vượt quá 3V thì độ hao mòn thậm chí còn giảm rất rõ rệt (giảm từ 0,09mm xuống 0,04mm). Có thể thấy trong Hình 5,

khi điện áp điện phân là 2V, bề mặt của chi tiết gia công có độ nhám bề mặt là nhỏ nhất (0,6 μ m). Ban đầu, điện áp tăng, tác dụng điện phân sẽ tăng, làm cho các đỉnh nhám trên bề mặt vật gia công được tạo ra bởi các hạt mài nhanh chóng bị san phẳng, làm độ nhám bề mặt giảm. Khi điện áp vượt quá 2V, sẽ tạo ra hiện tượng vi phóng điện giữa hai điện cực, làm sinh ra các lỗ phóng điện trên bề mặt có kích thước cực lớn, dẫn đến tác dụng loại bỏ kim loại trên bề mặt chi tiết của hạt mài là không đều nhau, vì thế độ nhám của bề mặt gia công sẽ tăng lên. Đặc biệt, khi điện áp gia công là 4V, thì độ nhám bề mặt gia công còn lớn hơn cả khi không kết hợp với phương pháp điện hóa.



Hình 4. Ảnh hưởng của thay đổi điện áp đến độ mòn của dụng cụ



Hình 5. Ảnh hưởng của thay đổi điện áp đến độ nhám bề mặt

4. Kết luận

Bài báo đã thiết kế hệ thống gia công siêu âm có kết hợp với phương pháp điện hóa nhằm mục đích tăng hiệu suất gia công. Thực nghiệm đã chỉ ra rằng, khi có kết hợp với phương pháp điện hóa, với cùng một thời gian gia công thì độ sâu gia công đã tăng, điều này chứng tỏ hiệu suất gia công đã tăng. Tuy

nhien, vừa để đảm bảo hiệu suất gia công tăng, vừa cho độ nhám bề mặt là nhỏ và vừa tổn hao dụng cụ gia công là ít nhất, thì điện áp gia công cũng không được quá lớn, tối ưu nhất trong khoảng từ 2V đến 3V thì chiều sâu cắt đạt từ 0,7mm đến 1,2mm, độ mòn dụng cụ giảm xuống còn 0,07mm đến 0,06mm và độ nhám bề mặt đạt 0,6 μ m đến 0,7 μ m.

Lời cảm ơn

Bài báo là sản phẩm của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường năm học 2019 - 2020: “Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến quá trình gia công bằng phương pháp điện hóa siêu âm”, được hỗ trợ kinh phí bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] NorlianaMohd Abbas, Darius G.Solomon, Md.Fuad Bahari. *A review on current research trends in electrical discharge machining (EDM)*. International Journal of Machine Tools and Manufacture, pp.1214-1228, June 2007.
- [2] A.TorresI.Puert, C.J.Luis. Modelling of surface finish, electrode wear and material removal rate in electrical discharge machining of hard-to-machine alloys. Precision Engineering Vol. 40, pp. 33-45, April 2015.
- [3] K Kuno, T Suzuki. Laser machining method. US Patent 8,735,771, 2014.
- [4] S.H.Masooda, Kelly Armitage, Milan Brandt. An experimental study of laser-assisted machining of hard-to-wear white cast iron. US International Journal of Machine Tools and Manufacture Vol.51, Issue 6, pp. 450-456 Patent 6,555,782, 2003, June 2011.
- [5] Ravipudi Venkata Rao, P. J. Pawar & J. P. Davim. Parameter Optimization of Ultrasonic Machining Process Using Nontraditional Optimization Algorithms. Materials and Manufacturing Processes Vol. 25, Issue 10, 2010.
- [6] B.Bhattacharyya, J.MundaM.Malapati. Advancement in electrochemical micro machining. International Journal of Machine Tools and Manufacture, pp. 1577-1589, 2004.
- [7] T Batzinger, W Li, M Lamphere, T Rogenski. Electrochemical machining method, tool assembly, and monitoring method. US Patent App. 10, 2005.
- [8] Yang Dachun et al. Study of combined ultrasonic and electrochemical machining to the hard and

- brittle metal. *Electromachining & Mould*. 02, 2002.
- [9] Dan Nicoară Alexandru Hedeş Ioan Şora. Ultrasonic Enhancement of an Electrochemical Machining Process. *Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Applications of Electrical Engineering*, Prague, Czech Republic, March 12-14, pp. 213-218, 2006.
- [10] Sebastian Skoczypiec. Research on ultrasonically assisted electrochemical machining process. *Int J Adv Manuf Technol*, Vol. 52, pp. 565-574, 2011.
- [11] Yong Wei Zhu, Yu Ren Du, Xing Lei Miao, Nai Zhang Yun. Study and Application on Ultrasonical Combined Electrical Micro-Machining the Special Shape Micro-Structures. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 313-314, pp.711-716, 2013.
- [12] Đỗ Quang Ngọc, Hoàng Kim Kiệt. Nghiên cứu chế tạo hạt nano CoP bằng phương pháp điện hóa siêu âm. *Hội nghị Vật lý Chất rắn và Khoa học Vật liệu Toàn quốc - SPMS 2017*.

Ngày nhận bài:	27/3/2020
Ngày nhận bản sửa:	13/4/2020
Ngày duyệt đăng:	16/4/2020