

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BỘ GÁ ĐẶT PHÔI ĐỂ TÍCH HỢP RUNG ĐỘNG VÀO QUÁ TRÌNH GIA CÔNG CẮT DÂY TIA LỬA ĐIỆN NHẪM NÂNG CAO NĂNG SUẤT GIA CÔNG

MANUFACTURE A FIXTURE TO CONNECT THE VIBRATION INTEGRATED INTO WIRECUT ELECTRIC DISCHARGE MACHINING PROCESS IMPROVING THE PRODUCTIVITY

Cao Văn Thắng¹, Đỗ Văn Trọng¹,
Nguyễn Minh Huy¹, Nguyễn Hữu Phần^{2,*}

TÓM TẮT

Gia công tia lửa điện (EDM) là phương pháp được sử dụng rất phổ biến trong ngành chế tạo khuôn mẫu và dụng cụ. Bởi vậy, nâng cao năng suất và chất lượng của phương pháp này vẫn đang tiếp tục được quan tâm của các chuyên gia kỹ thuật trong lĩnh vực này. Rung động tích hợp vào quá trình EDM nói chung và gia công cắt dây bằng tia lửa điện (WEDM) nói riêng là một giải pháp mới, hiệu quả của giải pháp này phụ thuộc rất lớn vào đồ gá kết nối kết nối giữa đầu rung và chi tiết được kết nối rung. Tuy nhiên, các đồ gá này vẫn chưa được thương mại hóa trên thị trường. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sẽ thiết kế và chế tạo đồ gá kết nối đầu rung với phôi trong WEDM. Độ chính xác của đồ gá được đánh giá trực tiếp bởi tần số thực trên phôi, sự hiệu quả của rung động gắn với phôi trong WEDM sẽ được kiểm nghiệm trực tiếp.

Từ khóa: Gia công tia lửa điện, năng suất, đồ gá.

ABSTRACT

Electrical Discharge Machining (EDM) is a very commonly used method in the tool and mold making industry. Therefore, improving the productivity and quality of this method continues to be of interest to technical experts in this field. Vibration integrated into EDM process in general and Wirecut electric discharge machining (WEDM) in particular is a new solution, the effectiveness of this solution depends greatly on the connection fixture connecting the vibrating head. and details are connected vibrating. However, these fixtures have not yet been commercialized in the market. In this study, the authors will design and manufacture a fixture to connect the vibrator to the workpiece in WEDM. The accuracy of the fixture is directly evaluated by the actual frequency on the workpiece, the effect of vibration assigned to the workpiece in WEDM will be tested directly.

Keywords: Electrical Discharge Machining (EDM), productivity, fixture.

¹Lớp CK3 - K12, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: phanktcn@gmail.com

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự ra đời của các vật liệu mới luôn đòi hỏi công nghệ hiện đại, đôi khi không thể cắt bằng các phương pháp gia

công truyền thống. Vật liệu cắt đặc biệt, siêu cứng, thường khá đắt tiền. Kim cương tổng hợp hoặc các hợp chất kim cương gần như không thể mài vì rất đắt tiền, nhưng WEDM là giải pháp cho hiệu quả tốt. Trong sản xuất hiện đại, WEDM đã được sử dụng rộng rãi để gia công các hình dạng phức tạp trên các vật liệu tiên tiến với độ chính xác cao. WEDM là một trong những quy trình gia công phi truyền thống phát triển nhất. Nó được sử dụng rộng rãi làm khuôn,... nhằm mục đích sản xuất linh kiện cho nhiều ngành công nghiệp. Ưu điểm chính của WEDM là khả năng sản xuất các hình dạng có độ phức tạp cao với độ chính xác cao, không phụ thuộc vào các tính chất cơ học của vật liệu (đặc biệt là độ cứng, độ giòn và độ bền).

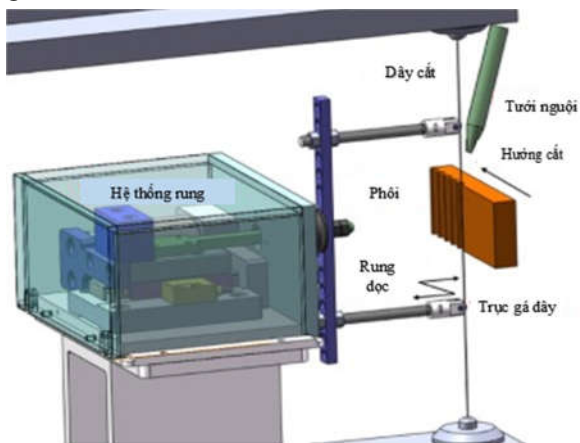
Dây sử dụng trong WEDM là đồng thau, vonfram hoặc đồng. Nước khử ion được sử dụng cho chất lỏng điện môi. Gần giống như EDM, dây bị xói mòn và được cho ăn chậm. Mặc dù nó tương tự như EDM tiêu chuẩn, dòng điện cao hơn và thời gian nghỉ thấp hơn làm cho quá trình này nhanh.

Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện nhằm nâng cao hiệu quả gia công của EDM, trong đó tập trung vào một số hướng sau: Lựa chọn bộ thông số công nghệ hợp lý hoặc tối ưu; Nghiên cứu nâng cao khả năng cắt của dây: Dây EDM với phủ vật liệu có độ bền và hệ số dẫn nhiệt cao; Dây với phủ nhiều lớp; Dây phù hợp với nguồn năng lượng cao; Vật liệu mới của dây; Làm lạnh dây; Gia công bằng WEDM là phương pháp có độ chính xác cao và chất lượng hoàn thiện bề mặt tốt. Nó có thể được sử dụng trong mọi loại hình sản xuất: Đơn chiếc, vừa và lớn, tuy nhiên hiệu quả sẽ tăng với quy mô sản xuất cao hơn; Các kết quả nghiên cứu về WEDM vẫn nhằm mục đích nâng cao tốc độ với chất lượng sản phẩm tốt trong thời gian ngắn và với chi phí giảm; Đã có nhiều giải pháp kỹ thuật được đưa ra nhằm nâng cao hiệu quả gia công của WEDM. Trong đó, tích hợp rung động vào WEDM là giải pháp mới.

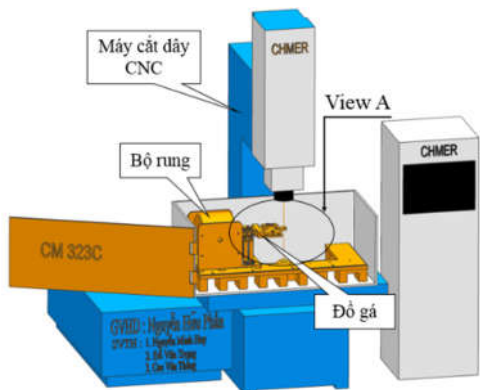
2. CÁC GIẢI PHÁP TÍCH HỢP RUNG ĐỘNG VÀO WEDM

Rung động có thể tích hợp với phôi (hình 1) hoặc với dây (hình 2). Rung tích hợp với WEDM có thể sử dụng

với tần số siêu âm ($\geq 15\text{kHz}$) hoặc tần số thấp. So với rung động tích hợp với dây, rung động tích hợp với phôi là dễ dàng hơn.



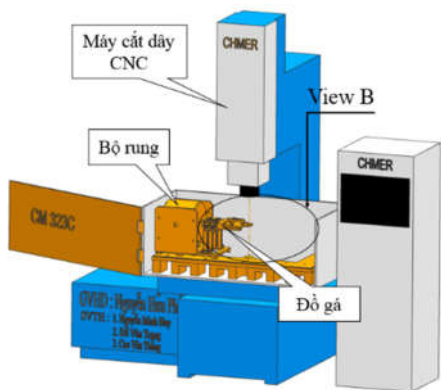
Hình 1. Rung động gắn với dây



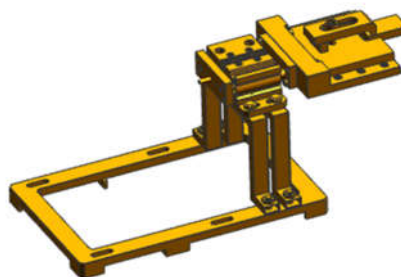
Hình 2. Rung động gắn với phôi

3. THIẾT KẾ ĐỒ GÁ TÍCH HỢP RUNG ĐỘNG TRONG WEDM

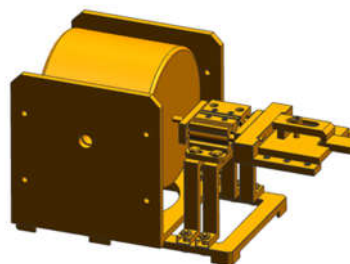
Lựa chọn giải pháp tích hợp rung trong WEDM: Trong các giải pháp tích hợp rung động vào WEDM, rung động tích hợp với dây là phức tạp do dây có tần số riêng và cơ cấu ghép nối rung động với dây là khó khăn và phức tạp; Rung với phôi có thể điều khiển và thực hiện dễ dàng hơn. Dựa trên cơ sở phân tích về sự thuận lợi của tích hợp rung động trong WEDM và trang thiết bị tại phòng thí nghiệm rung đã có. Nhóm nghiên cứu đề xuất giải pháp tích hợp rung động với phôi (hình 3).



Hình 3. Mô hình 3D về rung động gắn với phôi



a) Đồ gá



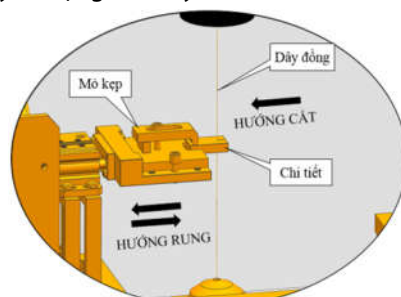
b) Đồ gá ghép nối với đầu rung

Hình 4. Mô hình 3D đồ gá

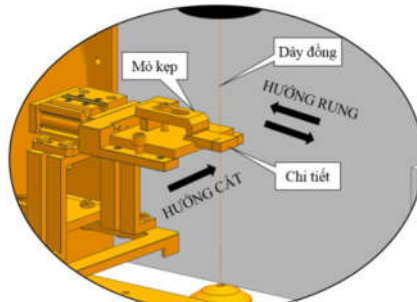
Yêu cầu của đồ gá: Đồ gá phải đảm bảo được yêu cầu kết nối rung động từ đầu phát rung; Có thể gá đặt được nhiều dạng chi tiết khác nhau; Đảm bảo độ cứng vững và độ chính xác; Đảm bảo truyền rung động chính xác và ổn định.

Mô hình đồ gá: Thiết bị tạo rung tại phòng thí nghiệm và nghiên cứu phân tích thiết bị máy cắt dây tại trung tâm thực hành gia công tia lửa điện, mô hình đồ gá như hình 4.

Phương truyền rung động: Rung động truyền đến phôi theo phương song song (hình 5a) và ngược chiều với hướng chuyển động của dây (hình 5b).



a) Song song



b) Vuông góc

Hình 5. Hướng tích hợp rung động với phương chuyển động của dây

4. CHẾ TẠO ĐỒ GÁ



Hình 6. Đồ gá tích hợp rung động với phôi trong WEDM



Hình 7. Sơ đồ kiểm tra tần số rung của phôi trên đồ gá

Đồ gá gồm khung đỡ, bộ tạo rung, cơ cấu dẫn truyền rung động, gá đặt kẹp chặt phôi và các chi tiết phụ khác (hình 6).

Với tần số đầu ra 500Hz từ bộ rung, tần số phôi tiếp nhận được thực tế là 512Hz (hình 7). Ta nhận thấy tần số rung động thực tế mà phôi tiếp nhận từ đầu rung qua cơ cấu truyền dẫn không chênh lệch nhiều so với tần số đầu ra của bộ rung chứng tỏ cơ cấu truyền dẫn rung động hoạt động tốt và hiệu quả.

5. THỰC NGHIỆM KIỂM CHỨNG



Hình 8. Máy cắt dây thực nghiệm



Hình 9. Bộ tạo rung kiểu Modal Exciter 4824

Bảng 1. Kết quả thực nghiệm

TT	Thông số công nghệ	Hướng chạy dây	Tần số rung động	Năng suất gia công (mg/phút)	Kích thước khe hở (μm)
1	$S_c = 80V$; $T_{on} = 2 \mu\text{s}$; $T_{off} = 16 \mu\text{s}$; $SV = 46$; $T_{on} = 2 \mu\text{s}$;	Chạy song song	0	0,0157	268
2			512	0,0180	269
3		Vuông góc	512	0,0175	279

Thiết bị máy WEDM: Máy cắt dây CW420HS tại trung tâm thực hành gia công tia lửa điện của trường Đại học Công nghiệp Hà Nội (hình 8).

Thiết bị đầu tạo rung: Bộ tạo rung kiểu Modal Exciter 4824 của Hãng sản xuất Brüel & Kjær của Đan Mạch (hình 9). Bộ đo rung 4824 có thể làm việc ổn định, chính xác và tin cậy trong khoảng thời gian dài.

Thiết bị đo: Cân chính xác Vibra AJ- 203 SHINKO của Nhật Bản. Máy đo Profile PJ-H30A2010B đo kích thước khe hở cắt. Máy đo độ nhám SJ210.

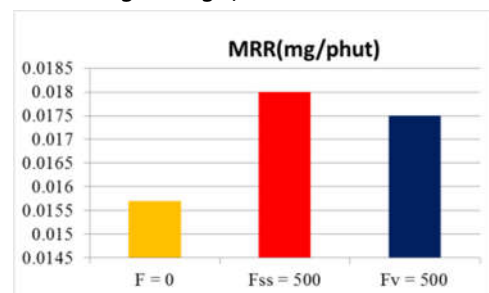
Vật liệu thí nghiệm: Vật liệu phôi: Thép SKD61 là loại thép khuôn mẫu; Vật liệu dây: Dây đồng $\varnothing 0.2$

Thông số công nghệ: thực hiện như bảng 1.

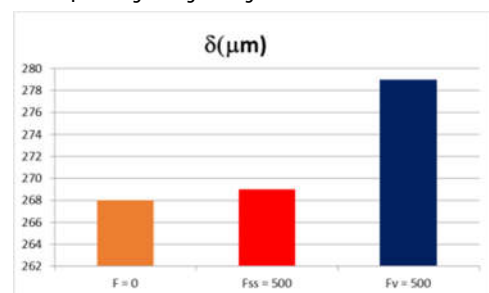
Phân tích kết quả thực nghiệm: Sự ảnh hưởng của rung động gán với phôi đến năng suất và chất lượng quá trình gia công được thể hiện tại hình 10 ÷ 12.

Năng suất gia công được tăng lên rõ rệt khi tích hợp rung động trong quá trình cắt. Tuy nhiên khi năng suất gia công tăng thì khe hở gia công và nhám bề mặt cũng tăng lên.

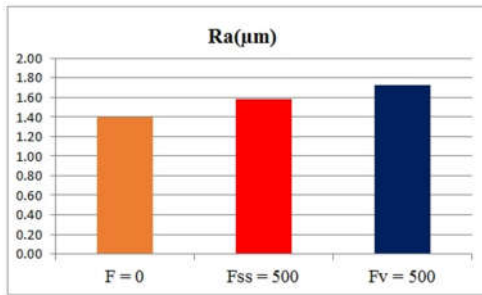
So với phương rung song song với phương dây cắt, năng suất gia công của phương vuông góc nhỏ hơn, nhám bề mặt và khe hở gia công lại lớn hơn.



Hình 10. Kết quả năng suất gia công



Hình 11. Kết quả khe hở cắt



Hình 12. Kết quả nhám bề mặt

6. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày nghiên cứu được các hướng nâng cao năng suất và chất lượng trong gia công bằng WEDM; đã chế tạo được bộ đồ gá để tích hợp rung động trong WEDM đảm bảo tin cậy, ổn định; rung động là giải pháp có thể nâng cao được năng suất và độ chính xác trong gia công bằng WEDM.

Trong thời gian tới, cần có những nghiên cứu sâu hơn nữa để có thể xác định được tần số hợp lý vào quá trình gia công bằng WEDM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Poddar A., 2012. *Experimental Investigation of MRR, Surface Roughness & Overcut of AISI 304 Stainless Steel in EDM*. NIT, Rourkela.

[2]. Kalpakjian S., Steven R., Schmid, 2010. *Manufacturing Process for Engineering Materials*. Fourth Edition, Pearson Publishers.

[3]. Kapoor J., Singh S., Khamba J.S., 2010. *Recent developments in Wire electrodes for high performance WEDM*. Proceedings of world congress on engineering, Vol. 2, pp.1065-1068, 2010.

[4]. U.S patent No. 14, 927-1979.

[5]. U.S. Patent No. 4968867-90.

[6]. Patric B., Michel L., Gerald S., 2008. *Composite wire for Electrical Discharge Machining*. U.S Patent No. 20080061038.

[7]. <http://www.kernedm.com/technicalArticles/TechTipsM-A7.pdf>.

[8]. Korean Patent No.10-1985-0009194.

[9]. Kruth J.P., Lauwers B., Schacht B., Humbeek J., 2004. *Composite wires with high tensile core for WEDM*. CIRP Annals - Manufacturing Technology, Vol. 53, Issue 1.

[10]. Mu-Tian Yan, Yi-Peng Lai, 2007. *Surface Quality improvement of wire EDM using a fine finish power supply*. International journal of machine tools and manufacture, Vol. 47, Issue 11.

[11]. Kansala H.K., Singh S., Kumar P. *Numerical simulation of Powder Mixed Electric Discharge Machining (PMEDM) using finite element method*. Mathematical and Computer.

[12]Kumar A., 2012. *Modelling Of Micro Wire Electro Discharge Machining (WEDM) In Aerospace Material*. NIT Rourkela, 2012.

[13]. Mu-Tian Yan, Pin-Hsum Huang, 2004. *Accuracy Improvement of WEDM by Real Time Wire Tension Control*. International Journal of Machine Tool and Manufacture, Vol. 44, Issues 7-8, 2004, pp. 807-814.

[14]. Kinoshita N., Fukui M, Fujii T., 1987. *Study on Wire-EDM: Accuracy in Taper Cut*. CIRP Annals - Manufacturing Technology, Vol. 36, Issue 1.

[15]. Miller S.F., Shih A. J., Qu J., 2004. *Investigation of the spark cycle on material removal rate in wire electrical discharge machining of advanced materials*. International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 44.