



NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VỀ MÒN DAO PHAY NGÓN ĐẦU BẰNG KHI GIA CÔNG THÉP 45 TRÊN MÁY PHAY CNC 3 TRỤC TỐC ĐỘ CAO

Phan Văn Hiếu

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 02/02/2018

Ngày phân biên đánh giá và sửa chữa: 06/03/2018

Ngày bài báo được duyệt đăng: 09/03/2018

Tóm tắt:

Bài báo này trình bày các nghiên cứu thực nghiệm về ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến mòn dụng cụ cắt khi gia công thép 45 trên máy CNC 3 trục tốc độ cao. Các thực nghiệm được tiến hành trên máy phay CNC cao tốc Super MC 500. Dụng cụ là dao hợp kim cứng đầu bằng $\phi 10$. Tác giả đã sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm để xây dựng các công thức thực nghiệm mô tả ảnh hưởng của các thông số công nghệ vận tốc cắt, lượng chạy dao đến mòn mặt sau của dao. Các quy luật này là cơ sở để xác định các thông số công nghệ hợp lý, từ đó nâng cao tuổi bền dụng cụ cắt, tối ưu hóa quá trình cắt.

Từ khóa: Dao phay ngón đầu bằng, mòn mặt sau, máy phay CNC 3 trục tốc độ cao.

1. Giới thiệu

Ngày nay, trong các phương pháp gia công kim loại thì khối lượng sản phẩm cơ khí phải qua gia công bằng các phương pháp cắt gọt vẫn chiếm tỷ lệ cao nhất. Các phương pháp gia công cắt gọt kim loại có khả năng đáp ứng được yêu cầu về độ chính xác kích thước, chất lượng bề mặt và độ phức tạp về hình dáng chi tiết gia công.

Trước sự phát triển như vũ bão của các cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật trên thế giới thì việc áp dụng các công nghệ tiên tiến có sự trợ giúp của máy tính được tích hợp trong máy công cụ chính xác điều khiển theo chương trình số (NC và CNC), dụng cụ gia công có độ bền cao, vật liệu gia công mới là đòi hỏi khách quan thúc đẩy công nghệ phát triển, nhằm tăng năng suất, độ chính xác, tuổi thọ của chi tiết, hạ giá thành sản phẩm.

Tuy nhiên, trong thực tiễn một trong những nguyên nhân ảnh hưởng đến năng suất, chất lượng đó chính là mài mòn của dụng cụ cắt, do vậy cần phải có nhiều nghiên cứu về mài mòn của dụng cụ cắt.

Mòn dụng cụ cắt ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công, chất lượng bề mặt, tuổi bền dụng cụ và toàn bộ mọi khía cạnh kinh tế, kỹ thuật của quá trình gia công.

Từ những phân tích trên có thể thấy rằng mòn là thông số quan trọng của quá trình công nghệ là yếu tố ảnh hưởng nhiều và trực tiếp đến các chỉ tiêu kỹ thuật của quá trình công nghệ như, biến dạng của hệ thống công nghệ, nhiệt cắt... và ảnh hưởng quyết định đến độ chính xác gia công. Do vậy nên trong công nghệ gia công trên các trang thiết bị truyền thống cũng như trên các máy móc thiết bị hiện đại như các trung tâm gia công, người ta luôn tìm cách

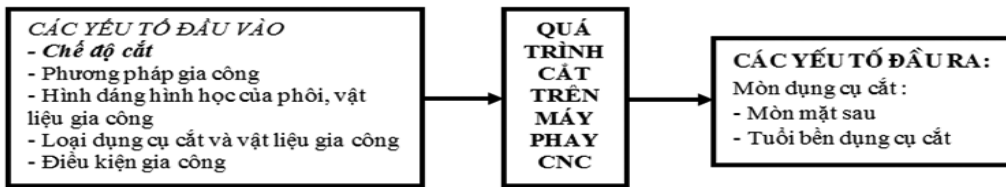
kiểm soát mòn dụng cụ, xác định quy luật mòn dụng cụ cắt từ đó xác định tuổi bền dụng cụ. Tuy nhiên việc xác định mòn dụng cụ là rất khó khăn nhất là với điều kiện ở Việt Nam. Hiện nay, các nghiên cứu về mòn dụng cụ chủ yếu tập trung vào nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ công nghệ đến tuổi bền của dao tiện [2], mô hình hóa để xác định mòn dụng cụ thông qua lực cắt, chất lượng bề mặt [4], [6]. Bên cạnh đó là các nghiên cứu về thiết bị giám sát mòn trực tiếp trong quá trình gia công [7] tập trung vào các bề mặt cơ bản như mặt phẳng, mặt trụ nhưng khảo sát ở tốc độ thấp. Đối với gia công tốc độ cao các nghiên cứu về mòn, tuổi bền nhất là đối với dao phay ngón đầu bằng còn hạn chế.

Trong bài báo này tác giả trình bày một nghiên cứu thực nghiệm làm rõ ảnh hưởng của sự thay đổi của tốc độ cắt, lượng chạy dao đến mòn dụng cụ cắt, xây dựng mối quan hệ ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến mòn dụng cụ cắt khi phay mặt phẳng trên máy phay CNC ba trục tốc độ cao.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Mô hình thực nghiệm

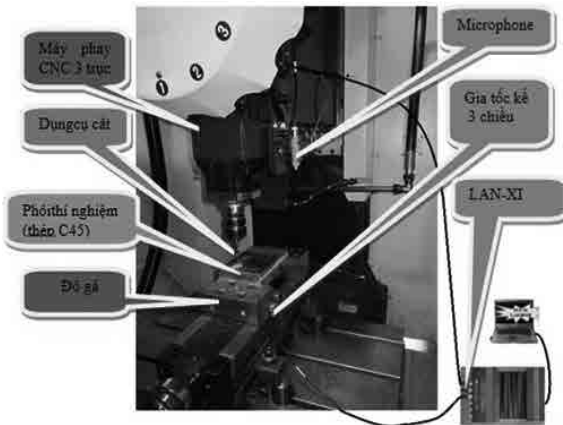
Trong mô hình thực nghiệm trên tác giả xét các yếu tố đầu vào là máy, dụng cụ cắt, phiê liệu và phương pháp gia công, chế độ công nghệ; quá trình gia công trên máy phay CNC tốc độ cao; xét đầu ra là mòn dao mặt sau.



Hình 1. Mô hình thực nghiệm

2.2. Điều kiện thực nghiệm

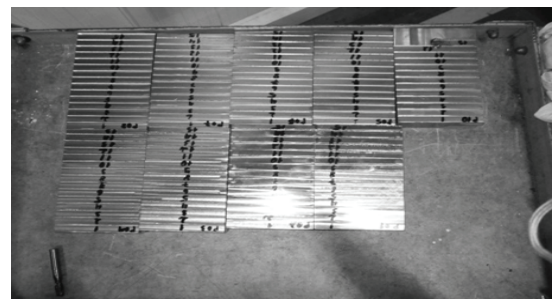
- Máy phay CNC Super MC 500; Hệ điều khiển Fanuc Series 0i; Công suất 58 kVA; trục chính điều khiển tốc độ vô cấp từ 100 ÷ 20000 vòng/phút.



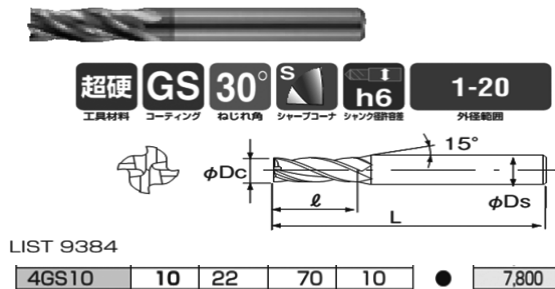
Hình 2. Máy phay CNC Super MC 500

- Dụng cụ cắt: Dao phay ngón hợp kim (NACHI GS MILL 4 GS 10-LIST9384): Đường kính $\phi 10$ mm; Số răng dao: 4 răng; Chiều dài công xôn gá dụng cụ cắt: 40mm; chiều dài tổng: 70 mm; chiều dài phần cắt: 22 mm; Cắt được thép có độ cứng 50-55 HRC.

- Vật liệu gia công: Thép 45 theo tiêu chuẩn JIS C4045 có độ cứng 27HRC;



Hình 4. Phôi gia công thực nghiệm



LIST 9384

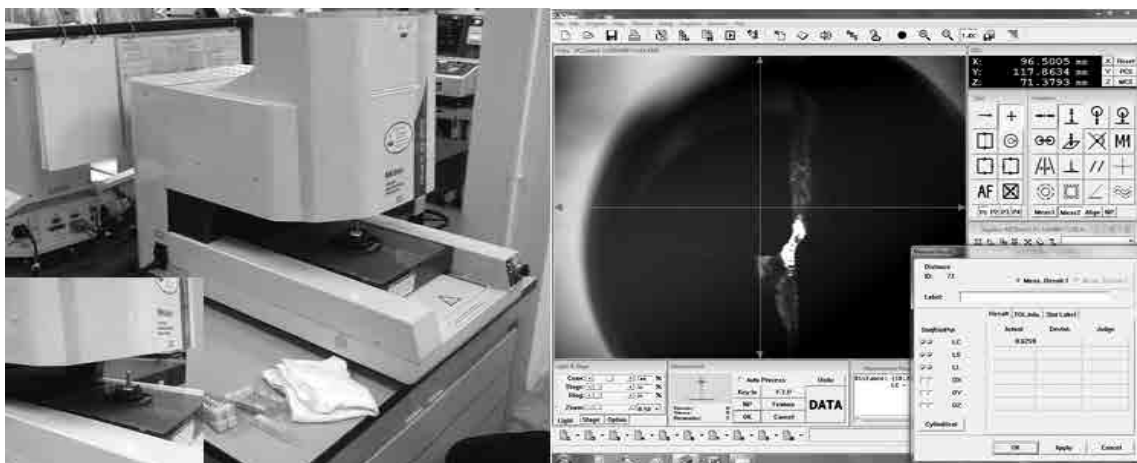
4GS10	10	22	70	10	●	7.800
-------	----	----	----	----	---	-------

Hình 3. Dụng cụ cắt thực nghiệm

- Điều kiện gia công: Không sử dụng dung dịch trơn nguội.

Chế độ công nghệ thực nghiệm được chọn căn cứ thông số kỹ thuật của máy, chế độ cắt tối ưu đối với dụng cụ cắt khi gia công vật liệu thép 45.

- Thiết bị đo: máy hiển vi quang học Quick Scope QS250Z của hãng Mitutoyo. (Hình 5)



Hình 5. Máy hiển vi quang học Quick Scope QS250Z và kết quả đo

2.3. Thiết kế thực nghiệm về ảnh hưởng các yếu tố công nghệ đến mòn dụng cụ

Chế độ cắt: thực nghiệm và kết quả đo chiều cao mòn mặt sau theo Bảng 1. Ở đây:

Chiều sâu cắt đặt cố định $t = ap = 1,5(\text{mm})$.

Bước tiến ngang đặt cố định là $ae = 1.5\text{mm}$.

Mẫu thí nghiệm: thép 45 có kích thước Cao: 40 mm, rộng: 100 mm, dài: 170 mm; 10 phôi giống nhau.

Bảng 1. Mòn mặt sau h_s khi gia công

STT	Biến mã hóa		Biến thực nghiệm		Mòn dụng cụ
	x_1	x_2	V (m/p)	s (mm/p)	h_s
1	-1	-1	19,78	70	0.4106
2	+1	-1	39,89	70	0.6201
3	-1	+1	19,78	100	0.3186
4	+1	+1	39,89	100	0.4512
5	0	0	29,83	85	0.4394
6	0	0	29,83	85	0.4201

Thông số đầu vào là chế độ cắt và thông số đầu ra là lượng mòn dụng cụ cắt. Dựa vào số liệu thực nghiệm thu được ở Bảng 1 và sử dụng phương pháp đồ thị biểu diễn các điểm số liệu thực nghiệm, tác giả xác định hàm hồi quy có dạng là hàm số mũ:

$$h_s = C1 \cdot V^a \cdot S^b (*)$$

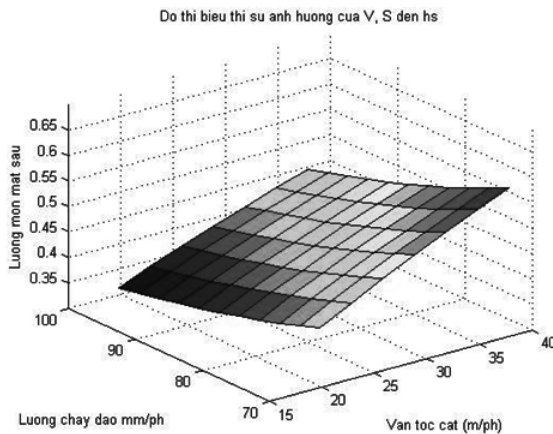
Sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất để xây dựng hàm hồi quy [2], ứng dụng phần mềm Matlab xác định được hàm hồi quy thực nghiệm:

$$h_s = 2.4915 \cdot V^{0,542} \cdot S^{-0,8014} \quad (1)$$

Độ tin cậy của hàm hồi quy thực nghiệm: $r = 0,968$.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Công thức hồi quy và đồ thị mô tả quan hệ giữa yếu tố chế độ cắt (V, S) và mòn dụng cụ cắt



Hình 6. Đồ thị quan hệ giữa V, S với h_s

Đồ thị (Hình 6) cho thấy khi gia công thép 45 trên máy phay CNC ba trục tốc độ cao thì yếu tố chế độ cắt ảnh hưởng rất rõ rệt đến mòn dao, cụ thể như sau:

Khi tăng vận tốc cắt đồng nghĩa với tăng tốc độ trục chính. Khi đó số lần tiếp xúc (thời gian tiếp xúc) giữa bề mặt chi tiết và mặt sau dụng cụ tăng làm tăng ma sát, tăng nhiệt cắt nên dụng cụ cắt mòn nhanh.

Khi lượng chạy dao tăng thì thời gian gia công (thời gian cắt) giảm, tiết diện phoi cắt giảm nên mòn dụng cụ có quy luật giảm dần. Điều này được thể hiện thông qua công thức thực nghiệm với số mũ của S là âm.

Qua các số liệu về lượng mòn dụng cụ ta nhận thấy vận tốc cắt ảnh hưởng lớn đến mòn dao phay ngón đầu bằng, sự ảnh hưởng của bước tiến dao đến mòn dụng cụ là ít hơn.

3.2. Thảo luận

- Chế độ cắt ảnh hưởng đến lượng mòn mặt sau h_s và mối quan hệ giữa chúng là một hàm mũ.

- Trong 3 yếu tố S, V, t thì vận tốc cắt V ảnh hưởng lớn nhất đến lượng mòn mặt sau h_s điều này hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu lý thuyết.

- Nghiên cứu thực nghiệm trong điều kiện nhất định để xác định hệ số trong công thức của hàm độ mòn mặt sau phụ thuộc vào chế độ cắt. Bảng 6 thực nghiệm theo quy hoạch thực nghiệm và xử lý số liệu với sự hỗ trợ của phần mềm tính toán đã đưa ra công thức thực nghiệm với độ tin cậy 94%.

4. Kết luận

Kết luận rút ra từ nghiên cứu như sau:

Kết luận 1.

Qua các phân tích trên, có thể kết luận rằng chế độ cắt gia công có ảnh hưởng lớn đến mòn dao phay ngón đầu bằng khi gia công trên máy phay CNC ba trục tốc độ cao.

Hàm hồi quy thực nghiệm biểu thị ảnh hưởng của vận tốc cắt, lượng chạy dao đến mòn mặt sau của dao phay đầu bằng hợp kim cứng khi gia công trên máy phay CNC ba trục tốc độ cao có thể dùng làm cơ sở cho cải thiện chế độ cắt, nâng cao tuổi bền của dao phay ngón đầu bằng.

Kết luận 2.

Ở bài báo này, những thông tin về mòn của quá trình phay được phân tích nhằm xây dựng một hàm toán học. Các thí nghiệm được tiến hành dựa trên sự thay đổi lượng chạy dao và tốc độ quay của trục chính trong khi chiều sâu cắt được giữ ở một hằng số, như những gì diễn ra trong 3 yếu tố S, V, t thì vận tốc cắt V ảnh hưởng lớn nhất đến lượng mòn mặt sau h_s điều này hoàn toàn phù hợp với các

nguyên cứu lý thuyết.

Kết luận 3.

Nghiên cứu này làm tiền đề cho việc xây dựng quá trình cắt tối ưu đồng thời nâng cao hiệu

quả khai thác, sử dụng máy phay CNC. Các nghiên cứu tiếp theo về mòn dụng cụ dao phay ngón đầu khi gia công trên máy phay CNC ba trục tốc độ cao với cấu trúc cục bộ khác cũng đang được triển khai.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bành Tiến Long, Bùi Ngọc Tuyên. *Lý thuyết tạo hình các bề mặt cơ khí*, NXB Giáo dục, 2013.
- [2]. Phạm Văn Bông, Nghiên cứu tối ưu hóa khi gia công bề mặt trụ ngoài trên máy tiện CNC, Luận án Tiến sỹ, 2007.
- [3]. Nguyễn Doãn Ý. *Quy hoạch thực nghiệm*, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2003.
- [4]. Nguyễn Quốc Tuấn, Mối quan hệ của chế độ cắt và tuổi bền dao phay cầu phủ TiAlN khi gia công thép Cr12MoV qua tôi. *Tạp chí Khoa học & CN các Trường đại học kỹ thuật số tháng 71*, 2009.
- [5]. H.Z. Li, H. Zeng, X.Q. Chen, An experimental study of tool wear and cutting force variation in the end milling of Inconel 718 with coated carbide inserts. *Original Researchm Article Journal of Materials Processing Technology*, December 2006, **Volume 180**, Issues 1–3, 1, pp. 296-304.
- [6]. I.N. Tansel, T.T. Arken, W.Y.Bao, N.Mahendrakar, Tool wear estimation in micro machining. Part I: tool usage cutting force relationship. *International Journal of Machine tool & Manufacture* 40, 2000, pp. 599 – 608.
- [7]. Chen Zhang, Jilin Zhang, Online tool wear measurement for ball end milling cutter based on mechine vision. *Computers in Industry*, 2013.

AN EXPERIMENTAL STUDY ABOUT THE FLANK WEAR OF END MILL WHEN STEEL PROCESSING 45 ON THREE AXES CNC MILLING HIGH SPEED MACHINE

Abstract:

This paper presents experimental studies on the influence of some technological factors on cutting tool wear when machining steel 45 on high speed 3-axis CNC machines. Experiments were conducted on the Super MC 500 high-speed milling machine. The author has used the experimental planning method to construct empirical formulas describing the influence of the cutting speed technology parameters, the amount of knife running to the back of the knife. These rules are the basis for determining the right technology parameters, thereby improving the durability of the cutting tool, optimizing the cutting process.

Keywords: End mill, flank wear, 3 axes CNC milling high speed machine.