

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ TƯỚI NGUỘI TỚI ĐỘ NHÁM BỀ MẶT GIA CÔNG TRONG MÀI LỖ THÉP 9XC QUA TÔI

A STUDY ON THE EFFECTS OF COOLANT REGIMES TO SURFACE ROUGHNESS IN INTERNAL GRINDING OF STEEL 9XC

Bành Tiến Long¹, Vũ Ngọc Pi², Lê Xuân Hưng², Tạ Việt Cường³

¹Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

²Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên

³Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Vinh Phúc

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một nghiên cứu thực nghiệm về ảnh hưởng của chế độ tưới nguội tới độ nhám bề mặt gia công khi mài lỗ nhỏ thép 9XC qua tôi. Các thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp bề mặt chỉ tiêu dạng hỗn hợp tâm xoay. Bằng việc ứng dụng phần mềm Minitab 16, phương trình hồi quy biểu diễn mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt với lưu lượng và nồng độ dầu bôi trơn đã được tìm ra. Thêm vào đó, chế độ tưới nguội hợp lý khi dùng dầu Emulsion cũng được đề xuất.

Từ khóa: Chế độ tưới nguội, mài lỗ, độ nhám bề mặt.

ABSTRACT

This paper presents an experimental study on the effects of coolant regimes to surface roughness when internal grinding of steel 9XC. The experiments were designed by the response surface method with Central Composite Design. By using Minitab 16 software, model regression relationship between the surface roughness with the flow rate and the concentration of coolant oil was found. Also, the best coolant regimes for Oil Emulsion were proposed.

Keywords: Coolant regimes, internal grinding, surface roughness.

1. GIỚI THIỆU

Mài nói chung và mài lỗ nói riêng, là phương pháp gia công tinh và bán tinh được sử dụng rộng rãi trong gia công cơ khí. Sở dĩ như vậy là vì mài cho độ chính xác gia công cao, độ nhám bề mặt nhỏ. Tuy nhiên, trong quá trình mài nhiệt độ phát sinh lớn. Tại vùng tiếp xúc giữa đá và vật mài, nhiệt độ có thể lên tới $1090 + 1650^{\circ}\text{C}$ [1]. Nhiệt cắt khi mài làm ảnh hưởng đến chất lượng chi tiết mài như làm thay đổi cấu trúc của lớp bề mặt, giảm độ cứng, gây cháy nứt, biến dạng...[2]. Do đó, cần thiết phải sử dụng dung dịch tươí nguội, sử dụng khi mài vì nó có chức năng cơ bản là chống lại sự tăng nhiệt độ của chi tiết [1]. Thêm vào đó, dùng dung dịch tươí nguội sẽ làm giảm lực cắt khi mài và tăng chất lượng chi tiết gia công [1]. Vì các lý do nêu trên nên cho đến nay đã có khá nhiều các nghiên cứu về việc tươí nguội khi mài.

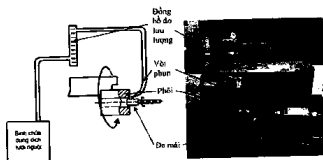
Cho đến nay, đã có khá nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước về tươí nguội khi mài. Cụ thể như nghiên cứu về ảnh hưởng của nồng độ dung dịch trơn nguội đến mức độ biến cứng [3] hay về ứng suất dư [4] của lớp bề mặt chi tiết mài. Nghiên cứu về ảnh hưởng của lưu lượng dung dịch tươí nguội tới nhiệt độ mài [5], hay tới tốc độ bóc tách vật liệu và năng lượng giới hạn riêng [6]. Ảnh hưởng của việc tươí nguội đến độ nhám bề mặt khi mài phẳng [7] và khi mài tròn ngoài [8] cũng đã được đề cập đến. Việc phân loại các loại dung dịch tươí nguội và các chức năng của chúng cũng đã được thực hiện trong [9].

Từ các phân tích trên có thể nói, mặc dù đã có khá nhiều nghiên cứu về tươí nguội khi mài nhưng các nghiên cứu về tươí nguội cho mài lỗ, đặc biệt là về mài lỗ nhỏ vẫn còn hạn chế. Trên thực tế, việc tươí nguội trong mài lỗ nhỏ gặp nhiều khó khăn hơn các quá trình mài khác. Nguyên nhân là do diện tích tiếp xúc giữa đá mài

và chi tiết lớn, hạn chế về không gian bố trí đầu vòi phun dung dịch trơn nguội, nên vòi phun khó tiếp cận vùng gia công nên chất lượng bề mặt chi tiết gia công thường chưa cao.

Bài báo này, trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ tươí nguội khi sử dụng dung dịch Emulsion tới độ nhám bề mặt gia công khi mài lỗ nhỏ thép 9XC qua tôi sẽ được khảo sát và đánh giá. Thêm vào đó, chế độ tươí nguội hợp lý trong trường hợp này cũng được chỉ ra.

2. MÔ TẢ THÍ NGHIỆM



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành với sơ đồ mô tả trên hình 1. Các thông số thí nghiệm cụ thể như sau:

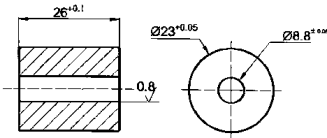
Máy: Máy mài lỗ Nhật Bản ký hiệu MT-450I, có các thông số như sau: Công suất động cơ trục chính: 2,2 KW; Số vòng quay trục đá mài: 24.000/v.p.

Đá mài: Đá mài Hải Dương, chất dính kết Bakelit, hạt mài corin đồng trắng, đường kính $d = 8\text{mm}$.

Dụng cụ sửa đá: Bút chì kim cương 1 hạt của hãng Vertex Đài Loan, số hiệu VDR1010, cỡ hạt 0,2, kích thước đường kính $\phi 10$, chiều dài 80.

Dụng cụ đo: Máy đo độ nhám SRT-200 (Hãng China coal).

Chi tiết gia công: Cán mài lỗ $\phi 9$ của cối dập thuốc viên với vật liệu thép 9XC tôi đạt 58 - 60 HRC (hình 2).

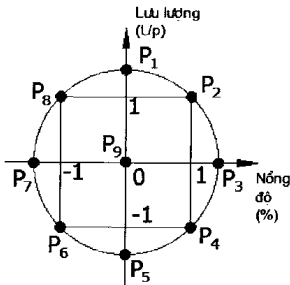


Hình 2. Chi tiết gia công

Chế độ cắt: Vận tốc đá: $V_d = 10$ (m/s);
 Vận tốc phôi: $n_p = 200$ (v/p); Lượng chạy dao dọc: $S_d = 0,1$ (m/p); Lượng chạy dao ngang: $S_n = 0,01$ mm/htk.

Dung dịch trơn nguội: Dung dịch Emulsion pha với nước đạt nồng độ 3% - 6%.

Với dung dịch trơn nguội đã nêu, ta tiến hành theo thiết kế thí nghiệm theo sơ đồ sau:



Hình 3. Sơ đồ quy hoạch thực nghiệm

Ứng dụng phần mềm Minitab 16 thiết kế thí nghiệm theo phương pháp bề mặt chỉ tiêu

dạng hỗn hợp tâm xoay (CCD) như trong hình 3.

Hàm mục tiêu:

$$MinRa = f(x_1, x_2) \quad (1)$$

Với x_1 và x_2 là lưu lượng và nồng độ dung dịch trơn nguội.

Mô hình của hàm hồi quy: Sử dụng dạng hàm khảo sát là hàm hồi quy dạng mô hình thống kê bậc hai dạng đầy đủ 2 nhân tố x_1 và x_2 nên hàm hồi quy bậc hai có dạng [10]:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 \quad (2)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả đo độ nhám bề mặt lỗ mài với các lưu lượng và nồng độ dung dịch trơn nguội khác nhau được cho trong bảng 1. Sử dụng phần mềm Minitab 16 tiến hành phân tích kết quả thí nghiệm, ta thu được kết quả phân tích phương sai của mô hình hồi quy (Analysis of Variance for Ra) như trên hình 4. Từ hình 4, ta thấy giá trị $P=0,965$ (ứng với hàng Lack of Fit) lớn hơn rất nhiều so với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Điều này có nghĩa là mô hình hồi quy là phù hợp và ta có các hệ số của phương trình hồi quy như sau:

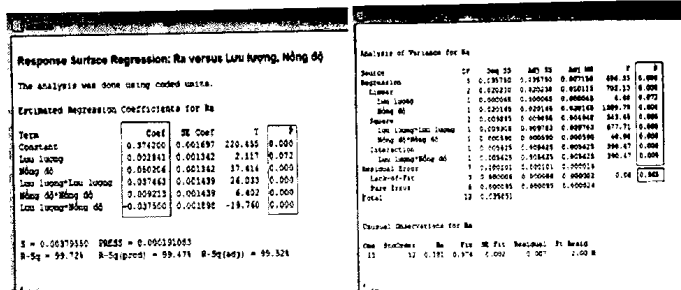
$$b_0 = 0,374; b_1 = 0,003; b_2 = 0,05; b_{12} = -0,038; b_{11} = 0,037; b_{22} = 0,009.$$

Các hệ số trên thể hiện mức độ ảnh hưởng của các nhân tố lưu lượng (b_1, b_{11}), nồng độ (b_2, b_{22}), tích hợp lưu lượng và nồng độ (b_{12}) tới hàm mục tiêu độ nhám (Ra). Thay chúng vào biểu thức (2) ta có phương trình hồi quy:

$$Y = 0,374 + 0,003x_1 + 0,05x_2 - 0,038x_1x_2 + 0,037x_1^2 + 0,009x_2^2 \quad (3)$$

Bảng 1. Kết quả đo nhám bề mặt lỗ gia công

TT	Điểm TN	Các biến		Ra (μm)	TT	Điểm TN	Các biến		Ra (μm)
		Lưu lượng (L/P)	Nồng độ (%)				Lưu lượng (L/P)	Nồng độ (%)	
1	P2	4.0	6.0	0.435	8	P4	1.0	6.0	0.505
2	P9	2.5	4.5	0.376	9	P6	1.0	3.0	0.331
3	P9	2.5	4.5	0.370	10	P7	2.5	2.4	0.321
4	P9	2.5	4.5	0.375	11	P8	4.0	3.0	0.411
5	P3	2.5	6.6	0.465	12	P1	4.6	4.5	0.454
6	P9	2.5	4.5	0.369	13	P9	2.5	4.5	0.381
7	P5	0.38	4.5	0.445					



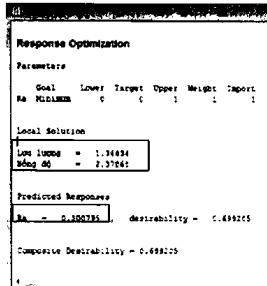
Hình 4. Phân tích kết quả thí nghiệm khi sử dụng dung dịch Emulsion

Độ thị bề mặt chỉ tiêu của giá trị độ nhám theo lưu lượng và nồng độ được thể hiện trên hình 5. Sử dụng Minitab 16 tối ưu hóa tìm ra giá trị hợp lý của lưu lượng (l/p), nồng độ của dầu (%) để có giá trị độ nhám nhỏ nhất khi dùng dung dịch Emulsion. Kết quả xử lý số liệu được trình bày trong hình 6.

Từ hình 5, ta thấy nồng độ dầu có ảnh hưởng lớn nhất tới độ nhám bề mặt gia công (hệ số $b_2 = 0,05$). Khi nồng độ dung dịch trộn ngược tăng thì độ nhám bề mặt gia công tăng. Nguyên nhân là do khi tăng nồng độ dung dịch tưới ngược sẽ tạo ra độ sánh nên làm cho phoi bị bết dính vào đá mài. Điều đó làm giảm khả năng tự mài sắc của đá mài và dẫn đến nhám bề mặt tăng cao.

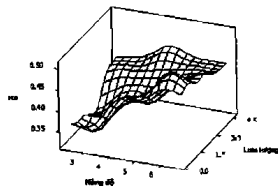
Từ hình 5, ta cũng nhận thấy lưu lượng có ảnh hưởng không nhiều tới độ nhám bề mặt (hệ số $b_1 = 0,003$). Tuy nhiên, nếu xét đến ảnh hưởng bậc 2 thì lưu lượng cũng có ảnh hưởng nhất định

tới độ nhám ($b_{11} = 0,037$). Nguyên nhân, do hạn chế về không gian, dung dịch trơn nguội khó tiếp cận vùng gia công nên mặc dù lưu lượng tăng thì lượng dung dịch trơn nguội trực tiếp vào vùng gia công cũng không tăng đáng kể.



Hình 5. Đồ thị bề mặt chỉ tiêu.

Surface Plot of Ra vs Lưu lượng, Nồng độ



Hình 6. Số liệu kết quả tối ưu

Khi xét ảnh hưởng của đa thông số (lưu lượng x nồng độ) ta thấy, ở lưu lượng thấp, nồng độ tăng làm độ nhám tăng nhưng khi ở lưu lượng lớn thì nồng độ hầu như không ảnh hưởng tới độ nhám (hình 5). Tương tự, ở nồng độ thấp lưu lượng có ảnh hưởng tới độ nhám và có xu hướng làm tăng độ nhám. Khi nồng độ dung dịch cao, lưu lượng ít ảnh hưởng tới độ nhám.

Sử dụng chức năng tối ưu hóa theo kỹ thuật bề mặt chỉ tiêu (hình 6), ta xác định được các thông số lưu lượng, nồng độ tưới nguội tối ưu để đạt nhám bề mặt Ra nhỏ nhất ($Ra_{\min} = 0,3\mu m$) ứng với lưu lượng 1,36 l/p và nồng độ dung dịch tưới nguội 2,38 %.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã khảo sát được ảnh hưởng của nồng độ và lưu lượng dung dịch tưới nguội khi mài đến độ nhám chi tiết mài. Thêm vào đó, công thức hồi quy kể đến ảnh hưởng của các nhân tố đã nêu đến độ nhám bề mặt mài cũng được xác định. Đặc biệt, các thông số chế độ tưới nguội (lưu lượng và nồng độ) tối ưu cũng đã được chỉ ra nhờ việc sử dụng chức năng tối ưu hóa theo kỹ thuật bề mặt chi tiêu. ❖

Ngày nhận bài: 12/4/2016

Ngày phản biện: 14/5/2016

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Jeffrey D. Silliman, Richard Perich, *Cutting and grinding fluids: Selection and application*, SME-Society of Manufacturing Engineers, 1992.
- [2]. Snoeys, R., Maris, M. and Peters, J., *Thermally Induced Damage in Grinding*, Annals of the CIRP, 27/2, 1978, p. 571.
- [3]. Koji Kato, Noritsugu Umehara, Minoru Suzuki, *A study of hardness of the frozen magnetic fluid grinding wheel*, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 201, 1999, pp. 376 – 379.
- [4]. K.Q. Xiao, L.C. Zhang, *The effect of compressed cold air and vegetable oil on the subsurface residual stress of ground tool steel*, Journal of Materials Processing Technology 178, 2006, pp. 9–13.
- [5]. R. P. Upadhyaya, S. Malkin, *Thermal Aspect of Grinding With Electroplated CBN Wheels*, ASME J. Manuf. Sci. Eng., 2004, pp. 126.
- [6]. A. Cameron, R. Bauer, A. Warkentin, *An investigation of the effects of wheel-cleaning parameters in creep-feed grinding*, International Journal of Machine Tools & Manufacture 50, 2010, pp. 126–130.
- [7]. Đỗ Đức Trung; *Nghiên cứu ảnh hưởng của loại dung dịch trơn nguội đến chất lượng bề mặt chi tiết công khi mài tinh thép SUJ2 bằng đá mài Al_2O_3 và đá mài CBN trên máy mài phẳng*, Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên, 2010.
- [8]. Ngô Cường, Nguyễn Đình Mãn; *Nghiên cứu lựa chọn chế độ cắt và các biện pháp công nghệ để nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật khi mài thép không gỉ 3X13 bằng đá mài Hải Dương*, Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, Thái Nguyên, 2009.
- [9]. K. Blenkowski, *Coolants and lubricants: part 1—the truth*, Manufacturing Engineering March (1993) 90–96.
- [10]. Nguyễn Văn Dự, Nguyễn Đăng Bình; *Quy hoạch thực nghiệm trong kỹ thuật*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2011.