

# XÂY DỰNG BẢNG TRA ĐIỆN TỬ XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CẮT KHI MÀI TRÒN NGOÀI MỘT SỐ LOẠI VẬT LIỆU THÔNG DỤNG BẰNG ĐÁ MÀI HẢI DƯƠNG THEO CHỈ TIÊU NHÁM BỀ MẶT

BUILDING A PROGRAMMING FOR SELECTING CUTTING PARAMETERS IN CYLINDRICAL GRINDING BY HAI DUONG WHEEL FOR ROUGHNESS TARGET

Đỗ Đức Trung,  
Hoàng Tiến Dũng, Trần Quốc Hùng

## TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi tiến hành lựa chọn và phân tích một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã công bố khi mài tròn ngoài một số loại vật liệu có độ cứng cao bằng hai loại đá mài Hải Dương đang được sử dụng phổ biến là Cn46.CV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.400x40x203x35m/s và Cn60.MV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.250x00x75x50m/s. Các mức vật liệu gia công được lựa chọn trong nghiên cứu này là những mức vật liệu có độ cứng cao, đang được dùng phổ biến trong ngành chế tạo máy ở nước ta, gồm: UXX15, X12M, 9XC, 40X, 65Γ, P18. Những dữ liệu lựa chọn được là cơ sở để tiến hành xây dựng bảng tra điện tử xác định một số thông số của chế độ cắt theo chỉ tiêu nhám bề mặt. Sau đó hướng phát triển cho các nghiên cứu tiếp theo cũng được đề cập đến trong bài báo này.

**Từ khóa:** Mài tròn ngoài, mài tinh, chế độ cắt, đá mài Hải Dương, nhám bề mặt.

## ABSTRACT

In this paper, we had choised experimental cutting on cylindrical grinding by Hai Duong wheel for common materials, those grinding wheels are Cn46.CV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.400x40x203x35m/s and Cn60.MV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.250x00x75x50m/s. Those materials are UXX15, X12M, 9XC, 40X, 65Γ, P18. Those informations was use to built a programming that help us in selecting parameters cutting for cylindrical grinding. Finally, suggestions for further research are given.

**Keywords:** Cylindrical grinding, finish grinding, parameters cutting, Hai Duong wheel, roughness.

Đỗ Đức Trung, Hoàng Tiến Dũng, Trần Quốc Hùng

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

Email: dotrung.th@gmail.com

Ngày nhận bài: 15/07/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 17/08/2017

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2017

## 1. GIỚI THIỆU

Trong gia công cơ khí, mài tròn ngoài là phương pháp gia công tinh được sử dụng phổ biến để gia công các bề

mặt yêu cầu độ chính xác cao (về kích thước, hình dáng hình học), độ nhám bề mặt thấp [1, 2, 3, 4].

Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt khi mài tròn ngoài như: chế độ cắt, loại dụng cụ và chế độ sửa đá, cặp vật liệu đá mài - chi tiết, công nghệ trơn nguội (loại dung dịch, nồng độ, áp suất, lưu lượng,...).... Trong đó các thông số về chế độ cắt (lượng chạy dao dọc  $S_d$ , lượng chạy dao ngang  $S_{ng}$ , vận tốc đá mài  $v_{dm}$ , vận tốc chi tiết  $v_{ct}$  và chiều sâu cắt  $t$ ) là những yếu tố có ảnh hưởng nhiều đến nhám bề mặt [1, 2, 3, 4].

Ở nước ta khi thực hiện nguyên công mài tinh thì loại đá mài do nhà máy đá mài Hải Dương sản xuất là loại đá đang được sử dụng phổ biến hơn cả. Tuy nhiên, với mỗi cặp vật liệu gia công - đá mài thì giá trị hợp lý (tối ưu) của các thông số chế độ cắt lại có giá trị khác nhau tương đối nhiều [5, 6, 7]. Việc xác định được bộ giá trị hợp lý (tối ưu) của các thông số chế độ cắt cho nguyên công mài ứng với mỗi loại vật liệu gia công thường phức tạp, tốn nhiều thời gian và thường phải được tiến hành thông qua hàng loạt các nghiên cứu thực nghiệm, làm ảnh hưởng nhiều đến năng suất, giá thành cũng như độ chính xác gia công của sản phẩm. Vì vậy, đá mài Hải Dương đã được một số nhà khoa học sử dụng để nghiên cứu thực nghiệm nhằm xác định giá trị hợp lý (tối ưu) cho các thông số về chế độ cắt của quá trình mài tròn ngoài với mục đích gia công được bề mặt chi tiết có độ nhám nhỏ cho từng loại vật liệu gia công bằng những loại đá mài cụ thể [5, 6, 8, 9, 10, 11].

Nhằm khắc phục được phần nào những hạn chế nêu trên khi thực hiện nguyên công mài tròn ngoài. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành lựa chọn một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã công bố khi mài tròn ngoài một số loại vật liệu có độ cứng cao bằng hai loại đá mài Hải Dương là Cn46.CV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.400x40x203x35m/s và Cn60.MV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.250x00x75x50m/s để làm dữ liệu cho việc xây dựng bảng tra điện tử xác định các thông số  $S_d$ ,  $v_{ct}$  và  $t$

theo chỉ tiêu nhám bề mặt. Các mức vật liệu gia công được lựa chọn trong nghiên cứu này là những mức vật liệu đang được dùng phổ biến trong ngành chế tạo máy ở nước ta, bao gồm: WX15, X12M, 9XC, 40X, 65Γ, P18.

**2. LỰA CHỌN VÀ PHÂN TÍCH CƠ SỞ DỮ LIỆU**

Lựa chọn những hàm hồi qui thể hiện mối quan hệ giữa nhám bề mặt với các thông số  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$  và  $t$  khi mài tròn ngoài bằng đá mài Hải Dương như sau:

Ngô Cường và các cộng sự [6, 9] tiến hành thí nghiệm khi mài thép WX15 và X12M bằng đá mài có ký hiệu Cn46.CV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.400x40x203x35m/s đã xây dựng được các công thức (1) và (2).

$$\text{Thép WX15: } R_a = 0,73 \cdot S_d^{0,58} \cdot v_{ct}^{0,6} \cdot t^{0,42} \quad (1)$$

$$\text{Thép X12M: } R_a = 0,93 \cdot S_d^{0,44} \cdot v_{ct}^{0,32} \cdot t^{0,31} \quad (2)$$

Trần Đức Quý và các cộng sự [10, 12] sử dụng đá có ký hiệu Cn60.MV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.250x30x75x50m/s để tiến hành thí nghiệm với 4 mức thép 9XC, 40X, 65Γ, P18, mỗi mức thép có ba giá trị độ cứng khác nhau 40HRC, 50HRC, 60HRC, và mỗi mức thép cũng có ba giá trị khác nhau về kích thước đường kính ( $d_{ct}$ ) là 20, 30 và 40. Sau đó họ xây dựng được những phương trình sau:

$$\text{Thép 9XC: } R_a = 2,23 \cdot S_d^{0,1833} \cdot v_{ct}^{0,2572} \cdot t^{0,4484} \cdot HRC^{-0,1860} \quad (3)$$

$$\text{Thép 40X: } R_a = 2,51 \cdot S_d^{0,2017} \cdot v_{ct}^{0,2347} \cdot t^{0,4355} \cdot HRC^{-0,1844} \quad (4)$$

$$\text{Thép 65Γ: } R_a = 1,85 \cdot S_d^{0,1453} \cdot v_{ct}^{0,2545} \cdot t^{0,4337} \cdot HRC^{-0,1518} \quad (5)$$

$$\text{Thép P18: } R_a = 2,24 \cdot S_d^{0,1559} \cdot v_{ct}^{0,2204} \cdot t^{0,4277} \cdot HRC^{-0,1605} \quad (6)$$

Trong đó:  $n_{ct}$  - tốc độ quay của chi tiết (v/ph); HRC - độ cứng của vật liệu gia công.

Khi xây dựng các hàm hồi qui (1) đến (6), các nhà khoa học [6, 9, 10, 12] đã chọn miền giới hạn của các thông số chế độ cắt  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  có sự chênh lệch nhau không nhiều. Trong các nghiên cứu đó thì giá trị của chúng đều nằm trong khoảng giá trị được sử dụng phổ biến trong nguyên công mài tròn ngoài [7] và đều thuộc trong khoảng giá trị được thể hiện trong biểu thức (7). Đây cũng chính là điều kiện ràng buộc của các thông số  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  khi xây dựng bảng tra điện tử để xác định giá trị của chúng theo chỉ tiêu nhám bề mặt sẽ được trình bày trong phần tiếp theo:

$$\begin{cases} 0,45(m/ph) \leq S_d \leq 0,75(m/ph) \\ 25(m/ph) \leq v_{ct} \leq 38(m/ph) \\ 0,005(mm) \leq t \leq 0,01(mm) \end{cases} \quad (7)$$

Với mong muốn xây dựng bảng tra điện tử để xác định giá trị của các thông số  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$ . Do đó, trong các công thức (3) đến (6) ta cần thay thông số  $n_{ct}$  thành thông số  $v_{ct}$  việc này được thực hiện như sau: chọn một loại kích thước đường kính đã được tác giả Trần Đức Quý và các cộng sự sử dụng [10, 12] (chẳng hạn chọn  $d_{ct} = 30mm$ ) để thay vào các phương trình (3) đến (6). Khi đó các phương trình này sẽ tương ứng với những phương trình sau:

$$\text{Thép 9XC: } R_a = 4,09 \cdot (S_d^{0,1833} \cdot v_{ct}^{0,2572} \cdot t^{0,4484}) \cdot HRC^{-0,1860} \quad (8)$$

$$\text{Thép 40X: } R_a = 4,37 \cdot (S_d^{0,2017} \cdot v_{ct}^{0,2347} \cdot t^{0,4355}) \cdot HRC^{-0,1844} \quad (9)$$

$$\text{Thép 65Γ: } R_a = 3,37 \cdot (S_d^{0,1453} \cdot v_{ct}^{0,2545} \cdot t^{0,4337}) \cdot HRC^{-0,1518} \quad (10)$$

$$\text{Thép P18: } R_a = 3,37 \cdot (S_d^{0,1559} \cdot v_{ct}^{0,2204} \cdot t^{0,4277}) \cdot HRC^{-0,1605} \quad (11)$$

Tổng hợp các phương trình ở trên ta được bảng 1.

Bảng 1. Hàm hồi qui về nhám bề mặt khi mài một số loại vật liệu bằng đá mài Hải Dương trên máy mài tròn ngoài [6, 9, 10, 12]

T	Vật liệu gia công	Đá mài	Hàm hồi qui
1	WX15	Cn46.CV <sub>1</sub> .G.V <sub>1</sub> .	$R_a = 0,73 \cdot S_d^{0,58} \cdot v_{ct}^{0,6} \cdot t^{0,42}$
2	X12M	400x40x203x35m/s	$R_a = 0,93 \cdot S_d^{0,44} \cdot v_{ct}^{0,32} \cdot t^{0,31}$
3	9XC	Cn60.MV <sub>1</sub> .G.V <sub>1</sub> . 250x30x75x50m/s	$R_a = 4,09 \cdot (S_d^{0,1833} \cdot v_{ct}^{0,2572} \cdot t^{0,4484}) \cdot HRC^{-0,1860}$
4	40X		$R_a = 4,37 \cdot (S_d^{0,2017} \cdot v_{ct}^{0,2347} \cdot t^{0,4355}) \cdot HRC^{-0,1844}$
5	65Γ		$R_a = 3,37 \cdot (S_d^{0,1453} \cdot v_{ct}^{0,2545} \cdot t^{0,4337}) \cdot HRC^{-0,1518}$
6	P18		$R_a = 3,37 \cdot (S_d^{0,1559} \cdot v_{ct}^{0,2204} \cdot t^{0,4277}) \cdot HRC^{-0,1605}$

**3. XÂY DỰNG BẢNG TRA ĐIỆN TỬ XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CẮT CỦA QUÁ TRÌNH MÀI**

Từ 6 phương trình hồi qui trong bảng 1, sử dụng thuật toán giảm gradient tổng quát (*Generalized Reduced Gradient - GRG*) được tích hợp trong công cụ Solver của Excel để xây dựng bảng tra điện tử xác định giá trị của các thông số  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  theo chỉ tiêu nhám bề mặt, với miền giá trị của các thông số  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  thỏa mãn điều kiện (7).

Cách thức xây dựng bảng tra và xác định giá trị của các thông số  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  trong Excel được thực hiện như sau:

Giao diện của bảng tra trong Excel được thể hiện trong hình 1.

Ví dụ cần xác định giá trị của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  khi mài thép WX15 bằng đá Cn46.CV<sub>1</sub>.G.V<sub>1</sub>.400x40x203x35m/s, ta thực hiện như sau: chọn bộ số bất kỳ của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  đặt vào các ô D3, E3 và F3. Sau đó tại ô G3 ta lập công thức cho chỉ tiêu nhám bề mặt theo công thức (1) như sau:

$$= 0.73*(D3^0.58)*(E3^0.6)*(F3^0.42).$$

Giải sử cần xác định giá trị của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  để  $R_a = 0,42$  ta thực hiện như sau: gọi chức năng **Tool/ Solver**, khi đó xuất hiện hộp thoại **Solver parametres**, tại các tùy chọn trong hộp thoại này thực ta lần lượt thực hiện như sau:

- Tại ô **Set Target Cell**: chọn ô G3 (là ô chứa giá trị của chỉ tiêu  $R_a$ ).

- Tại ô **Equal To**: gán giá trị mong muốn của  $R_a$ : lớn nhất - *Max*, nhỏ nhất - *Min*, hay là một giá trị mong muốn - *Value of*, (ví dụ, trong trường hợp này ta mong muốn đạt  $R_a = 0,42 \mu m$ ).

- Tại ô **By Changing Cells**: chọn các ô D3, E3, F3 (những ô chứa giá trị cần xác định của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  cho loại vật liệu WX15 để đảm bảo  $R_a = 0,42 \mu m$ ).

- Tại ô **Subject to the Constraints**: gán các ràng buộc của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  thỏa mãn điều kiện (7).

- Chọn nút **Solve** trong hộp thoại **Solver parameters**. Khi đó tại các ô D3, E3, F3 sẽ xuất hiện giá trị cần xác định của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  thỏa mãn giá trị mong muốn của  $R_a$ . Cụ thể trong trường hợp này ta sẽ xác định được:  $S_{dr} = 0,51$  (m/ph);  $v_{ct} = 27,3$  (m/ph) và  $t = 0,006$  (mm).

Đá mài	Vật liệu gia công	Chế độ cắt			$R_a$	
		$S_d$ (m/ph)	$v_{ct}$ (m/ph)	$t$ (mm)		
Cn46.CV1.G.V1.400x40x203x35m/s	UX15	0.51	27.30	0.006	0.42	
	X12M	0.55	28.00	0.084	0.96	
Cn60.MV1.G.V1.250x30x75x50m/s	HRC					
	9XC	50	0.46	30.20	0.008	0.48
	40X	51	0.48	32.16	0.007	0.47
	65Γ	53	0.52	35.00	0.005	0.42
	P18	54	0.75	34.70	0.006	0.47

Hình 1. Giao diện bảng tra trong Excel để xác định giá trị của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  theo chỉ tiêu nhám bề mặt

Khi sử dụng đá Cn46.CV1.G.V1.400x40x203x35m/s để mài thép X12M hay khi dùng đá Cn60.MV1.G.V1.250x30x75x50m/s để mài các mác thép 9XC, 40X, 65Γ, P18 ta cũng thực hiện tương tự như đối với UX15. Nhưng cần lưu ý, đối với 9XC, 40X, 65Γ, P18 thì trong công thức của  $R_a$  cần có thêm đại lượng độ cứng HRC, ví dụ tại ô G6 là nơi chứa giá trị của  $R_a$  cho loại vật liệu 9XC thì cần nhập như sau:

$$=4.09*(D6^0.1833)*(E6^0.2572)*(F6^0.4484)*(C6^-0.1806)$$

Khi đó, ứng với mỗi giá trị khác nhau của độ cứng vật liệu gia công được nhập vào ô C6 thì việc xác định giá trị của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  theo chỉ tiêu  $R_a$  được thực hiện tương tự như đối với thép UX15.

#### 4. KẾT LUẬN

Từ những nghiên cứu đã thực hiện trong bài báo này, rút ra một số kết luận sau:

- Đã phân tích và lựa chọn được một số hàm hồi qui thể hiện mối quan hệ giữa nhám bề mặt với các thông số chế độ cắt khi gia công một số loại vật liệu thông dụng bằng hai loại đá mài Hải Dương là Cn46.CV1.G.V1.400x40x203x35m/s và Cn60.MV1.G.V1.250x30x75x50m/s trên máy mài tròn ngoài.

- Đã xây dựng được bảng tra xác định chế độ cắt khi mài thép UX15, X12M bằng đá Cn46.CV1.G.V1.400x40x203x35m/s và khi mài thép 9XC, 40X, 65Γ, P18 bằng đá Cn60.MV1.G.V1.250x30x75x50m/s theo chỉ tiêu nhám bề mặt. Sử dụng bảng tra này cho phép xác định nhanh chóng giá trị của chế độ cắt, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cho nguyên công mài tròn ngoài bằng hai loại đá mài Hải Dương nêu trên tại các cơ sở sản xuất.

- Khi dùng đá Cn60.MV1.G.V1.250x30x75x50m/s để mài các vật liệu 9XC, 40X, 65Γ, P18 thì bảng tra trong nghiên cứu này còn cho phép xác định giá trị của  $S_{dr}$ ,  $v_{ct}$ ,  $t$  theo chỉ tiêu nhám bề mặt trong từng trường hợp cụ thể về độ cứng của vật liệu.

- Phương pháp thực hiện trong nghiên cứu này cũng có thể được áp dụng để xây dựng bảng tra điện tử xác định chế độ cắt cho các phương pháp gia công khác với những chỉ tiêu đánh giá khác nhau.

- Trong thời gian tới, chúng tôi sẽ nghiên cứu xác định các thông số khác của quá trình mài (thông số về chế độ sửa đá, trôn - nguội,...) theo một số chỉ tiêu khác (độ chính xác kích thước, độ chính xác hình dáng hình học,...).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Marinescu Loan D., Eckart Uhlmann and Brian Rowe W. 2006. *Handbook of machining with grinding wheel*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- [2]. Marinescu Loan D., Mike Hitchiner, 2006. *Handbook of Advances Ceramics Machining*. <http://www.taylorandfrancis.com>, ngày 12/12/2016.
- [3]. Lưu Văn Nhang, 2003. *Kỹ thuật Mài kim loại*. NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. Trần Văn Địch, Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Thế Đạt, Nguyễn Việt Tiếp, Trần Xuân Việt, 2003. *Công nghệ chế tạo máy*. NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- [5]. Trần Minh Đức, 2002. *Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ sửa đá đến tuổi bền của đá khi mài tròn ngoài*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [6]. Ngô Cường, 2007. *Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến một vài thông số đặc trưng cho quá trình cắt khi mài tinh thép UX15 và X12M bằng đá mài Hải Dương trên máy mài tròn ngoài*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [7]. Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiến, Ninh Đức Tồn, Trần Xuân Việt, 2005. *Sổ tay công nghệ chế tạo máy - tập 2*. NXB Khoa học kỹ thuật.
- [8]. Đỗ Mạnh Cường, 2010. *Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ công nghệ sửa đá đến độ nhám bề mặt khi mài thép không gỉ trên máy mài tròn ngoài*. Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học kỹ thuật công nghiệp, Thái Nguyên.
- [9]. Ngô Cường, Lê Viết Bảo, 2007. *Một phương pháp giải bài toán tối ưu hóa chế độ cắt khi mài tròn ngoài*. Tạp chí khoa học công nghệ Đại học Thái Nguyên, số 4(44), tr.63-67.
- [10]. Trần Đức Quý, 2007. *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến chất lượng bề mặt của chi tiết khi mài tròn ngoài*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [11]. Đỗ Đức Trung, 2010. *Nghiên cứu ảnh hưởng của loại dung dịch trôn nguội tới chất lượng bề mặt gia công thép ổ lăn SUJ2 bằng đá Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> và đá CBN*. Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học kỹ thuật công nghiệp, Thái Nguyên.
- [12]. Trần Đức Quý, Nguyễn Văn Thiện, Tăng Huy, Nguyễn Huy Ninh, 2005. *Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến nhám bề mặt chi tiết khi mài tròn ngoài*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, tr.46-48.