

ẢNH HƯỞNG CỦA VẬN TỐC ĐÁ DẪN VÀ GÓC CAO TÂM CỦA CHI TIẾT ĐẾN ĐỘ NHÁM VÀ ĐỘ KHÔNG TRÒN CỦA CHI TIẾT KHI MÀI VÔ TÂM CHẠY DAO HƯỚNG KÍNH

INFLUENCE OF CONTROL WHEEL VELOCITY AND CENTER HEIGHT ANGLE OF WORKPIECE ON ROUGHNESS AND ROUNDNESS ERROR IN PLUNGE CENTERLESS GRINDING

Ngô Cường¹, Phan Bùi Khôi², Đỗ Đức Trung^{1*}

¹Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ thuật, Đại học Thái Nguyên; *dotructh@gmail.com

²Trường Đại học Bách khoa Hà Nội; khoi.phanbui@hust.edu.vn

Tóm tắt - Bài báo trình bày nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc đá dẫn và góc cao tâm của chi tiết đến chất lượng vật mài khi gia công tinh thép 20Cr thấm cacbon khi mài vô tâm chạy dao hướng kính. Hai thông số đặc trưng cho chất lượng vật mài được khảo sát trong nghiên cứu này gồm độ nhám bề mặt (R_a) và độ không tròn (Δ). Từ đó đưa ra được mức độ ảnh hưởng của vận tốc đá dẫn và góc cao tâm của chi tiết đến độ nhám và độ không tròn bề mặt gia công. Đồng thời, nghiên cứu này cũng chỉ ra khoảng vận tốc của đá dẫn và góc cao tâm của chi tiết hợp lý khi gia công tinh mác thép 20Cr thấm cacbon bằng phương pháp mài vô tâm chạy dao hướng kính. Sau đó, hướng nghiên cứu tiếp theo cũng được đề cập trong bài báo này.

Từ khóa - mài vô tâm chạy dao hướng kính; độ nhám; độ không tròn; thép 20X; vận tốc đá dẫn; góc cao tâm của chi tiết.

Abstract - This paper presents the research on the influence of control wheel velocity and center height angle of workpiece on quality of workpiece when grinding 20Cr - carbon infiltration steel uses plunge centerless grinding process. Two parameters of quality of workpiece which are considered in this paper are roughness (R_a) and roundness error (Δ). Then the influence of control wheel velocity and center height angle of workpiece on roughness and roundness error is shown. Also, this work points out the logical ranges of control wheel velocity and center height angle of workpiece when grinding 20Cr - carbon infiltration steel uses plunge centerless grinding process. Finally, suggestions for further research are given.

Key words - plunge centerless grinding; roughness; roundness error; 20Cr steel; control wheel velocity; center height angle of workpiece.

1. Đặt vấn đề

Phương pháp mài vô tâm có nhiều ưu điểm so với mài có tâm như: do không cần định tâm chi tiết và chi tiết được định vị bằng chính bề mặt gia công nên có thể giảm bớt lượng dư gia công; có thể nâng cao chế độ mài vì chi tiết được gá trên thanh tỳ và đá dẫn nên có độ cứng vững cao; có thể giảm đáng kể số lần chạy dao dọc nếu sử dụng đá có chiều dày lớn; thời gian gá đặt, hiệu chỉnh và tháo dỡ chi tiết ít [1, 2, 3]. Chính vì vậy mà phương pháp này được sử dụng phổ biến trong sản xuất loạt lớn, hàng khối để gia công các bề mặt trụ yêu cầu độ chính xác cao.

Thép 20X thuộc nhóm thép hợp kim được sử dụng rộng rãi trong ngành chế tạo máy (ở trạng thái thấm cacbon và tôi) để chế tạo chi tiết con đội xupap của động cơ diesel, chốt piston, gudông, đồ định vị ...

Đối với các chi tiết máy tròn xoay có yêu cầu độ chính xác và độ bóng bề mặt cao, mài thường được chọn là phương pháp gia công lần cuối. Chất lượng vật mài được đánh giá qua nhiều thông số, trong đó độ nhám và độ không tròn của bề mặt gia công là những thông số quan trọng. Đã có một số nghiên cứu về độ nhám và độ không tròn của bề mặt gia công khi mài vô tâm chạy dao hướng kính được công bố: Khảo sát độ nhám bề mặt gia công khi sửa đá mài bằng bút kim cương và đĩa kim cương [2]; khảo sát độ nhám bề mặt gia công khi sửa đá mài bằng phương pháp xung điện [4, 5]; ảnh hưởng của một số thông số động hình học của quá trình mài đến độ nhám bề mặt gia công [6, 7, 8]; ảnh hưởng của vận tốc cắt đến độ nhám bề mặt gia công [9]; mối quan hệ giữa độ không tròn của bề mặt gia công với góc nghiêng thanh tỳ γ và góc cao tâm β [2]; ảnh hưởng của phương pháp sửa đá dẫn đến độ không tròn của bề mặt gia công [10, 11]; ảnh hưởng của độ chính xác biên dạng

đá dẫn đến độ không tròn của bề mặt gia công [12]; vấn đề rung động và quá trình tạo độ tròn của bề mặt gia công [13]; khảo sát độ không tròn của bề mặt gia công trong trường hợp mài vô tâm mà tâm chi tiết cao hơn và thấp hơn tâm đá [14, 15]; ảnh hưởng của tốc độ đá dẫn đến độ không tròn của bề mặt gia công [8]; mối quan hệ giữa độ không tròn của bề mặt gia công với góc cao tâm β , lượng chạy dao khi sửa đá và vận tốc chi tiết [16]; vấn đề đảm bảo độ tròn của bề mặt gia công [17]; ảnh hưởng của tỷ lệ vận tốc đá mài/vận tốc chi tiết đến độ không tròn của bề mặt gia công [18]; ảnh hưởng đồng thời của một số thông số động hình học của quá trình mài đến độ không tròn của bề mặt gia công [19, 20]; ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng kính đến độ nhám và độ không tròn của bề mặt gia công khi mài tinh thép 20Cr thấm cacbon [21]...

Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của vận tốc đá dẫn và góc cao tâm của chi tiết đến độ nhám và độ không tròn của bề mặt gia công khi gia công tinh thép 20Cr thấm cacbon bằng phương pháp mài vô tâm chạy dao hướng kính. Mục đích của nghiên cứu là xác định mức độ ảnh hưởng của vận tốc đá dẫn và góc cao tâm của chi tiết đến độ nhám và độ không tròn của bề mặt gia công, qua đó chỉ ra khoảng vận tốc đá dẫn và góc cao tâm của chi tiết hợp lý khi mài vô tâm chạy dao hướng kính mác thép 20Cr thấm cacbon.

2. Hệ thống thí nghiệm

2.1. Sơ đồ gia công

Sơ đồ gia công khi mài vô tâm chạy dao hướng kính được trình bày trên Hình 1.

Khi mài vô tâm, giá trị của góc cao tâm β được điều chỉnh thông qua thay đổi giá trị A. Phân tích mối quan hệ

giữa β và A. Quan sát Hình 1, ta có:

$$\beta = \arcsin\left(\frac{h}{R_{dd} + R_{ct}}\right) + \arcsin\left(\frac{h}{R_{dm} + R_{ct}}\right) \quad (1)$$

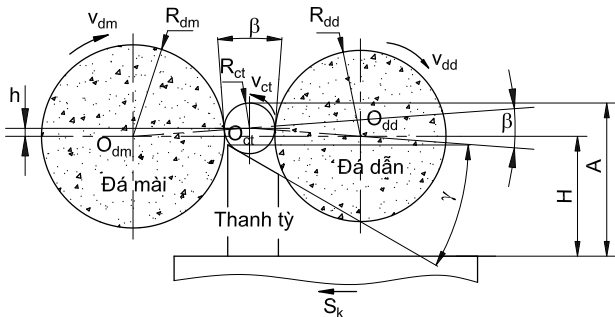
Mà:

$$h = A - R_{ct} - H \quad (2)$$

Do đó:

$$\beta = \arcsin\left(\frac{A - R_{ct} - H}{R_{dd} + R_{ct}}\right) + \arcsin\left(\frac{A - R_{ct} - H}{R_{dm} + R_{ct}}\right) \quad (3)$$

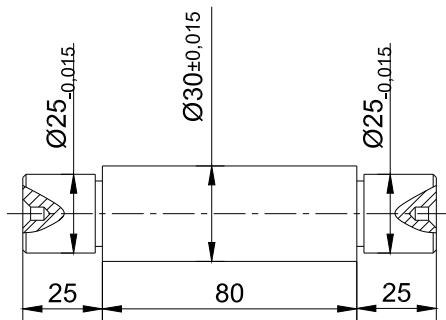
Trong công thức trên H là khoảng cách từ đáy thanh tỳ đến tâm đá mài - tâm đá dẫn và có giá trị cụ thể đối với mỗi loại máy.



Hình 1. Sơ đồ mài vô tâm chạy dao hướng kính

2.2. Mẫu thí nghiệm

Mẫu thí nghiệm (Hình 2) là mác thép 20Cr thấm cacbon.



Hình 2. Mẫu thí nghiệm

2.3. Máy thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện trên máy mài vô tâm ký hiệu M1080B (Trung Quốc) tại Xưởng cơ khí II - Công ty Cổ phần Cơ khí Phô Yên - Thái Nguyên (Hình 3).



Hình 3. Máy thí nghiệm

- Đá mài: Cn80.TB₁.G.V₁.500.150.305x35m/s.
- Đá dẫn: R.273.150.127.

- Khoảng cách từ tâm đá mài, tâm đá dẫn đến đáy thanh tỳ H = 210 mm.

- Góc nghiêng thanh tỳ: $\gamma = 30^\circ$.

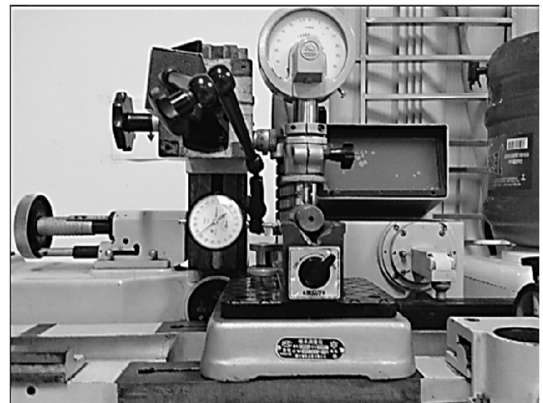
2.4. Thiết bị đo

Độ nhám bề mặt gia công được đo bằng máy SJ400 của Hãng Mitutoyo - Nhật Bản (Hình 4).



Hình 4. Máy đo độ nhám SJ400

Hình 5 là thiết bị đo độ không tròn của bề mặt gia công sử dụng đồng hồ so 5/10.000 (Hãng HJ - Đài Loan).



Hình 5. Thiết bị đo độ không tròn

2.5. Điều kiện khác

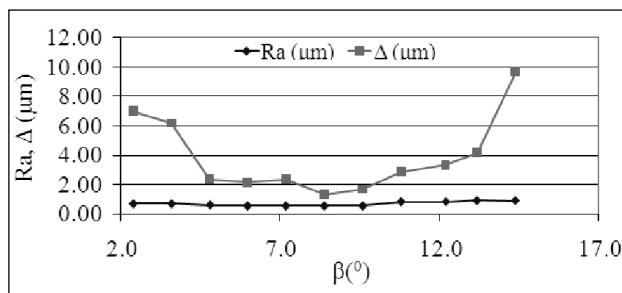
- Vận tốc đá mài: 34 m/s.
- Lượng chạy dao hướng kính: $S_k = 10 \mu\text{m/s}$.
- Vận tốc đá dẫn $v_{dd} = 10,3 \div 53,2 \text{ m/ph}$.
- Lượng dư gia công tính theo bán kính: 0,05 mm.
- Góc cao tâm $\beta = 2,4^\circ \div 14,4^\circ$.
- Đá dẫn được xoay trong mặt phẳng thẳng đứng một góc $0,5^\circ$, xoay trong mặt phẳng nằm ngang 0° .
- Dung dịch trơn nguội: UNIMET AS 192 (Hãng Oemeta - Đức), nồng độ 4% với phương pháp tưới tràn.
- Sửa đá dẫn:
 - + Chiều sâu sửa đá: 0,01 mm.
 - + Lượng chạy dao dọc sửa đá: 30 mm/ph.
 - + Vận tốc đá dẫn khi sửa đá: 257,3 m/ph.
- Sửa đá mài:
 - + Chiều sâu sửa đá: 0,01 mm.
 - + Lượng chạy dao dọc sửa đá: 300 mm/ph.
 - + Vận tốc đá mài khi sửa đá: 34 m/s.

3. Kết quả và thảo luận

Tiến hành mài thí nghiệm với các giá trị khác nhau của vận tốc đá dẫn (v_{dd}) và góc cao tâm chi tiết (β). Tại mỗi điểm thí nghiệm tiến hành lập 3 lần với 3 mẫu. Đo độ nhám bề mặt gia công (R_a) trên chiều dài chuẩn $L = 0,08$ mm, giá trị độ nhám tại mỗi điểm thí nghiệm là giá trị trung bình các lần đo trên 3 mẫu lập. Đối với độ không tròn của bề mặt gia công, tiết diện đo trên các mẫu là thống nhất nhờ có cữ chặn chiều trục được gắn trên khối V, giá trị độ không tròn tại mỗi điểm thí nghiệm là giá trị trung bình của các lần đo trên 3 mẫu lập. Kết quả đo độ nhám và độ không tròn của bề mặt gia công được thể hiện trên Bảng 1, Bảng 2 và đồ thị Hình 6, Hình 7.

Bảng 1. Giá trị R_a và Δ khi thay đổi v_{dd}

TT	v_{dd} (m/ph)	R_a (μ m)	Δ (μ m)
1	10,3	0,64	2,33
2	14,6	0,42	1,83
3	18,9	0,40	1,50
4	23,2	0,42	1,33
5	27,4	0,43	1,50
6	31,7	0,45	1,33
7	36,0	0,48	1,67
8	40,3	0,49	1,67
9	44,6	0,50	2,33
10	48,9	0,64	3,17
11	53,2	0,73	3,17



Hình 7. Ảnh hưởng của β đến R_a và Δ

Từ kết quả thí nghiệm ta có nhận xét:

- Về ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công (R_a): Khi vận tốc đá dẫn tăng từ 10,3m/ph đến 14,6m/ph thì R_a giảm, trong khoảng vận tốc đá dẫn từ 14,6m/ph đến 44,6m/ph thì R_a ổn định và có giá trị nhỏ nhất, tiếp tục tăng vận tốc đá dẫn thì R_a lại tăng; Khi góc cao tâm β tăng từ 2,4° đến 4,8° thì R_a giảm, trong khoảng góc cao tâm từ 4,8° đến 9,6° thì R_a ổn định và có giá trị nhỏ nhất, tiếp tục tăng góc cao tâm thì R_a tăng.

- Về ảnh hưởng đến độ không tròn của bề mặt gia công (Δ): Khi vận tốc đá dẫn tăng từ 10,3m/ph đến 18,9m/ph thì Δ giảm nhanh, trong khoảng vận tốc từ 18,9m/ph đến 40,3m/ph thì Δ ổn định và có giá trị nhỏ nhất, tiếp tục tăng vận tốc đá dẫn thì Δ tăng nhanh; Khi góc cao tâm β tăng từ 2,4° đến 4,8° thì Δ giảm nhanh, trong khoảng góc cao tâm từ 4,8° đến 9,6° thì Δ ổn định và có giá trị nhỏ nhất, tiếp tục tăng góc cao tâm thì Δ tăng nhanh.

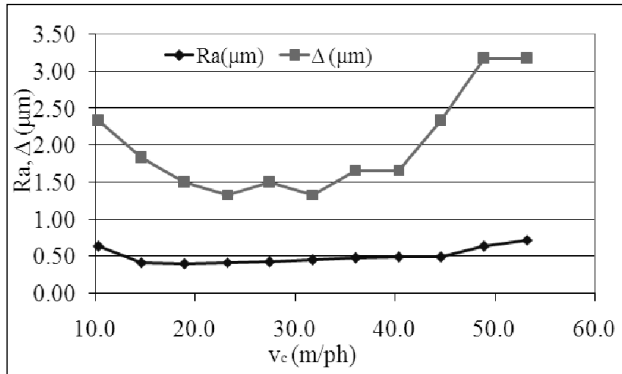
4. Kết luận

Từ những kết quả ở trên có thể rút ra một số kết luận khi gia công tinh thép 20Cr thấm cacbon bằng phương pháp mài vô tâm chạy dao hướng kính:

- Vận tốc đá dẫn và góc cao tâm của chi tiết đều có ảnh hưởng đáng kể đến độ không tròn và độ nhám bề mặt gia công.

- Khoảng giá trị hợp lý đối với vận tốc đá dẫn và góc cao tâm của chi tiết tương ứng là: $v_{dd} = 18,9 \div 40,3$ (m / ph) và $\beta = 4,8^\circ \div 9,6^\circ$.

- Trên cơ sở khoảng tương đối hợp lý của v_{dd} và β mà nghiên cứu này đã chỉ ra, chúng tôi sẽ tiến hành nghiên cứu tối ưu giá trị của những thông số này trong nghiên cứu tiếp theo.



Hình 6. Ảnh hưởng của v_{dd} đến R_a và Δ

Bảng 2. Giá trị R_a và Δ khi thay đổi β

TT	β (°)	R_a (μ m)	Δ (μ m)
1	2,4	0,72	7,00
2	3,6	0,71	6,17
3	4,8	0,60	2,33
4	6,0	0,57	2,17
5	7,2	0,56	2,33
6	8,4	0,57	1,33
7	9,6	0,57	1,67
8	10,8	0,81	2,83
9	12,0	0,81	3,33
10	13,2	0,91	4,17
11	14,4	0,90	9,67

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Tinh, *Kỹ thuật mài*, NXB Công nhân Kỹ thuật, Hà Nội, 1978.
- [2] Ioan D. Marinescu, Mike Hitchiner, Eckart Uhlmann and W. Brian Rowe, *Handbook of machining with grinding wheels*, CRC Press Taylor & Francis Group, 2006.
- [3] Lưu Văn Nhàn, *Kỹ thuật Mài kim loại*, Nhà xuất bản KH&KT, Hà Nội, 2003.
- [4] H. Ohmori, W. Li, A. Makinouchi and B.P. Bandyopadhyay, "Efficient and precision grinding of small hard and brittle cylindrical parts by the centerless grinding process combined with electro-discharge truing and electrolytic in-process dressing", *Journal of Materials Processing Technology* 98, 2000, pp322-327.
- [5] Ioan D. Marinescu, *Handbook of Advances Ceramics Machining*, <http://www.taylorandfrancis.com>.
- [6] J. Kopac, P. Krajnik and J.M. d'Aniceto, "Grinding analysis based on the matrix experiment", *13th International scientific conference on achievements in mechanical and materials engineering*, 2005, pp331-334.
- [7] P. Krajnik, A. Sluga, J. Kopac, "Radial basis function simulation and

- metamodelling of surface roughness in centreless grinding", *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Volume 14, Issue 1-2, January-February 2006, pp104-110.
- [8] P. Krajnik, J. Kopac and A. Sluga, "Design of grinding factors based on response surface methodology", *Journal of Materials Processing Technology*, 2005, pp162-163.
- [9] S.S.Pande and B.R. Lanka, "Investigation on the through – feed centerless grinding process", *International Journal of Production Research*, Volume 27, Issue 7, 1989.
- [10] F. Hashimoto, A. Kanai, M. Miyashita, K. Okamura, "High Precision Trueing Method of Regulating Wheel and Effect on Grinding Accuracy", *Annals of the CIRP*, Vol., 1983.
- [11] Albert J. Shih, "A New Regulating Wheel Truing Method for Through-Feed Centerless Grinding", Contributed by the Manufacturing Engineering Division for publication in the journal of Manufacturing science and engineering, 2000.
- [12] P. R. Nakkeeran and V. Radhakrishnan, "A study on the effect of regulating wheel on the roundness of workpiece in centerless grinding by computer simulation", *Int. J. Mach. Tools Manufact.* Vol. 30, No. 2, 1990, pp191-201.
- [13] Yuji Furukawa, Masakazu Miyashita and Susumu Shiozakij, "Vibration Analysis and Work-Rounding Mechanism in Centerless Grinding", *Int. J. Mach. Tool Des. Res.* Vol. 11, 1971.
- [14] N. G. Subramanya Udupa, M. S. Shubnmugam and V. Radhakristinan, "Influence of workpiece position on roundness error and surface finish in centerless grinding", *Int. J. Mach. Tools Manufact.* Vol. 27, No. 1, 1987, pp77-89.
- [15] C. Guo, S. Malkin, J.A. Kovach and M. Laurich, "Computer Simulation of Below-Center and Above-Center Centerless Grinding", *Machining Science and Technology*, 1(2), 1997, pp253-249.
- [16] S.S. Pande, A.R. Naik and S. Somasundaram, *Computer simulation of the plunge centreless grinding process*, *Journal of Materials Processing Technology*, 39, 1993.
- [17] F. Hashimoto, G. D. Lahoti, M. Miyashita, "Safe Operations and Friction Characteristics of Regulation Wheel in Centerless Grinding", *Tokyo, Japan Received on January 5, 1998*.
- [18] W. B. Rowe, S. Spraggett, R. Gill and B. J. Davies, "Improvements in Centreless Grinding Machine Design", *Annals of the CIRP*, Vol, 1987.
- [19] Phan Bui Khoi, Ngo Cuong, Do Duc Trung, Nguyen Dinh Man, "A study on simulation of plunge centerless grinding process", *ISEPD 2014 – International Symposium on Eco-materials Processing and Design*, Ha Noi, Viet Nam, January 12-14, 2014.
- [20] Phan Bùi Khôi, Ngô Cường, Đỗ Đức Trung, "Mô phỏng quá trình mài vô tâm chạy dao hướng kính", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ* 52(5), 2014, pp619-626.
- [21] Đỗ Đức Trung, Ngô Cường, Phan Bùi Khôi, Phan Thanh Chương, Nguyễn Thành Chung, "Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng chạy dao đến chất lượng bề mặt gia công thép 20X thâm các bon khi mài vô tâm chạy dao hướng kính", *Tạp chí KHCN, Đại học Thái Nguyên*, tập 127 - số 13, 2014.

(BBT nhận bài: 19/11/2014, phản biện xong: 19/01/2015)