

# ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐÈN LƯỢNG DỊCH CHUYỂN TÂM CHI TIẾT KHI MÀI VÔ TÂM CHẠY DAO HƯỚNG KÍNH

## Áp dụng cho máy mài vô tâm mà chuyển động chạy dao được thực hiện bởi đầu đá mài

Nguyễn Đình Mẫn<sup>1</sup>, Đỗ Đức Trung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái Nguyên

<sup>2</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày nghiên cứu về lượng dịch chuyển tâm chi tiết khi mài vô tâm chạy dao hướng kính đối với những máy mài mà đầu đá mài chuyển động tịnh tiến trong quá trình gia công. Tiến hành phân tích mối quan hệ giữa lượng dịch chuyển tâm chi tiết với lượng dư gia công và các thông số hình học của hệ thống công nghệ. Mục tiêu của nghiên cứu là đưa ra biểu thức xác định lượng dịch chuyển tâm chi tiết. Đồng thời nghiên cứu này đưa ra mức độ ảnh hưởng của lượng dư gia công, chiều cao tâm phôi, góc nghiêng thanh tỳ đến lượng dịch chuyển tâm chi tiết, góp phần nâng cao năng suất lao động cho người thợ điều chỉnh máy, nâng cao độ chính xác kích thước đường kính chi tiết gia công. Sau đó hướng phát triển cho các nghiên cứu tiếp theo cũng được đề cập đến trong bài báo này.

*Từ khóa: Mài vô tâm chạy dao hướng kính, thông số công nghệ, lượng dịch chuyển tâm chi tiết, độ chính xác đường kính, đá mài dịch chuyển*

### GIỚI THIỆU

Mài vô tâm là một phương pháp được sử dụng rộng rãi trong ngành chế tạo máy, đặc biệt là trong ngành công nghiệp ô tô, vòng bi,... [1, 2, 3, 7, 10]. Tuy nhiên, khi mài vô tâm chạy dao hướng kính: việc điều chỉnh hệ thống công nghệ để gia công hết lượng dư yêu cầu thường gặp nhiều khó khăn, tốn nhiều thời gian ngay cả đối với thợ có tay nghề cao và ảnh hưởng đến độ chính xác kích thước đường kính của chi tiết, mà một trong những nguyên nhân chính là vì tâm chi tiết gia công sẽ dịch chuyển trong quá trình mài do tâm chi tiết không cố định (vô tâm), do tâm chi tiết thường cao hơn đường thẳng nối tâm đá mài – tâm đá dẫn và do bề mặt thanh tỳ không nằm trong mặt phẳng nằm ngang [4, 6, 8, 11, 12].

Hiện nay, xét theo chức năng thực hiện chuyển động chạy dao hướng kính trong quá trình gia công thì máy mài vô tâm được chia làm hai loại: do đầu đá mài thực hiện, đây là những máy thường có xuất xứ từ Liên bang Nga, Bungari,... và loại máy do đầu đá dẫn

thực hiện, là những máy thường có xuất xứ từ Đài Loan, Trung Quốc, Nhật Bản,...

Việc xác định lượng dịch tâm của chi tiết cũng như ảnh hưởng của nó đến năng suất, chất lượng của vật mài khi gia công trên những máy mài vô tâm mà chuyển động chạy dao hướng kính được thực hiện bởi đầu đá dẫn đã được tiến hành bởi một số nghiên cứu [4, 6, 8, 11, 12].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành phân tích mối quan hệ giữa lượng dịch chuyển tâm chi tiết với lượng dư gia công và các thông số hình học của hệ thống công nghệ khi mài vô tâm chạy dao hướng kính đối với quá trình gia công trên máy mài có đầu đá mài chuyển động tịnh tiến. Từ đó đưa ra biểu thức xác định lượng dịch chuyển tâm chi tiết, góp phần nâng cao năng suất lao động cho người thợ điều chỉnh máy, nâng cao độ chính xác kích thước đường kính chi tiết. Đồng thời đưa ra mức độ ảnh hưởng của lượng dư gia công, chiều cao tâm phôi, góc nghiêng thanh tỳ đến lượng dịch chuyển tâm chi tiết. Sau đó hướng phát triển cho các nghiên cứu tiếp theo cũng được đề cập đến trong bài báo này.

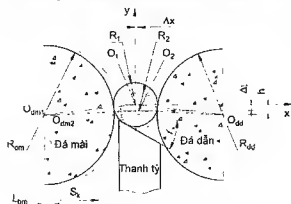
\* Email. dotrung.th@gmail.com

**PHÂN TÍCH SƠ ĐỒ MÀI**

Sơ đồ quá trình mài vô tâm chạy dao hướng kính đối với máy mài có đầu đá mài thực hiện chuyển động chạy dao được trình bày trong hình 1.

Chi tiết được đặt giữa đá mài, đá dẫn và thanh tỳ. Trong quá trình gia công, khi bàn máy mang đầu đá mài chuyển động hướng kính với tốc độ chạy dao  $S_k$  một lượng  $L_{bm}$  từ tâm  $O_{dm1}$  đến  $O_{dm2}$ , sẽ làm cho tâm chi tiết dịch chuyển từ  $O_1$  đến  $O_2$ , khi đó bán kính chi tiết gia công giảm từ  $R_1$  đến  $R_2$ . Kết quả là tâm chi tiết dịch chuyển theo phương ngang và phương đứng những lượng tương ứng là  $\Delta x$  và  $\Delta y$ .

Từ mối quan hệ hình học trong hình 1, ta có



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

$$\sqrt{(R_w + R_1)^2 - h^2} - \Delta x = \sqrt{(R_w + R_2)^2 - (h - \Delta y)^2} \tag{1}$$

Biến đổi biểu thức (1) ta được:

$$(R_w + R_1)^2 - h^2 - 2\Delta x \sqrt{(R_w + R_1)^2 - h^2} + \Delta x^2 = (R_w + R_2)^2 - (h - \Delta y)^2 \tag{2}$$

Gọi  $R_1$  và  $R_2$  tương ứng là bán kính của phôi và bán kính của chi tiết khi gia công xong, thì lượng dư gia công  $t = R_1 - R_2$ . Để xây dựng biểu thức xác định lượng dịch tâm của chi tiết, xét sơ đồ trên hình 2. Kẻ  $O_1A$  và  $O_2B$  song song với bề mặt thanh tỳ, ta có:

$$t = O_1A - O_2B \tag{3}$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} O_1A &= O_1D + DC + CA \\ &= O_1D + FO_2 + CA \\ &= \Delta y \cdot \sin \gamma + \Delta x \cdot \cos \gamma + CA \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} O_2B &= O_2E + EB \\ &= CA + AE \operatorname{tg} \gamma \\ &= CA + (DG - GF) \operatorname{tg} \gamma \end{aligned} \tag{5}$$

Mà:

$$DG = \Delta y \cdot \cos \gamma \tag{6}$$

$$GF = \Delta x \cdot \sin \gamma \tag{7}$$

Thay (6) và (7) vào (5) ta được:

$$\begin{aligned} O_2B &= CA + (\Delta y \cdot \cos \gamma - \Delta x \cdot \sin \gamma) \operatorname{tg} \gamma \\ &= CA + \Delta y \cdot \sin \gamma - \Delta x \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \gamma \end{aligned} \tag{8}$$

Thay (4) và (8) vào (3) ta được:

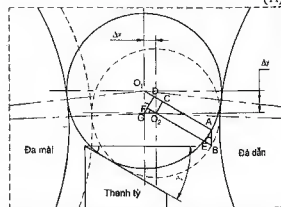
$$t = \Delta x \cdot \cos \gamma + \Delta x \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \gamma \tag{9}$$

Hay:

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{t}{\cos \gamma + \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \gamma} \\ &= \frac{t}{\frac{\cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma}{\cos \gamma}} = t \cdot \cos \gamma \end{aligned} \tag{10}$$

Thay (10) vào (2) và biến đổi ta được:

$$\begin{cases} \Delta^2 + 2A \cdot \Delta_1 + B = 0 \\ A = h \\ B = t^2 \sin^2 \gamma + 2t [\cos \gamma \sqrt{(R_w + R_1)^2 - h^2} - R_w - R_1] \end{cases} \tag{11}$$



**Hình 2.** Sơ đồ xác định lượng dịch tâm của chi tiết. Biểu thức (10) và (11) được sử dụng để xác định giá trị của  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  ứng với từng trường hợp cụ thể của các thông số  $R_{dm}$ ,  $R_1$ ,  $t$ ,  $h$  và  $\gamma$ . Từ hai biểu thức này cho thấy: lượng dịch tâm của chi tiết theo phương ngang ( $\Delta x$ ) chỉ

phụ thuộc vào lượng dư gia công  $t$  và góc nghiêng của bề mặt thanh tỷ  $\gamma$ . Còn lượng dịch tâm của chi tiết theo phương thẳng đứng ( $\Delta y$ ) phụ thuộc vào bán kính đá dẫn  $R_{dt}$ , bán kính phôi  $R_1$ , lượng dư gia công  $t$ , chiều cao  $h$  và góc nghiêng của bề mặt thanh tỷ  $\gamma$

Trong quá trình gia công, do tâm chi tiết bị dịch chuyển theo phương ngang ( $\Delta x$ ) về phía tâm đá dẫn, do đó nếu khi xác định giá trị lượng dịch chuyển của bàn máy  $L_{bm}$  mà không xét đến giá trị của ( $\Delta x$ ) sẽ làm cho kích thước của đường kính chi tiết gia công lớn hơn so với giá trị mong muốn.

Tương tự như vậy, do tâm chi tiết dịch chuyển theo phương thẳng đứng ( $\Delta y$ ), khi đó, xét theo phương ngang thì vị trí tương quan giữa tâm đá mài và tâm chi tiết bị thay đổi so với thời điểm ban đầu, điều này sẽ trực tiếp ảnh hưởng đến độ chính xác kích thước đường kính của chi tiết.

Nếu trong quá trình điều chỉnh hệ thống công nghệ mà không chú ý đến giá trị của ( $\Delta x$ ) và ( $\Delta y$ ) thì người thợ điều chỉnh máy phải tiến hành theo phương pháp "đo dò cắt thử" để xác định giá trị của  $L_{bm}$  nhằm đảm bảo độ chính xác kích thước đường kính của chi tiết, ảnh hưởng nhiều đến năng suất gia công (vì làm tăng thời gian phụ).

#### ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN LƯỢNG DỊCH CHUYỂN CỦA TÂM CHI TIẾT

Sử dụng chương trình Microsoft Excel xác định lượng dịch chuyển tâm chi tiết khi mài phôi có bán kính  $R_1 = 15(mm)$  trong ba trường hợp thay đổi giá trị của các thông số  $t$ ,  $h$  và  $\gamma$ . Cơ sở để lựa chọn khoảng thay đổi giá trị của  $t$  là theo điều kiện mài tinh [5];

còn đối với khoảng thay đổi giá trị của  $h$  và  $\gamma$  được lựa chọn theo những gợi ý trong các tài liệu [1, 2] và theo khả năng công nghệ của máy mài vô tâm 3M184 do Liên bang Nga sản xuất. Giá trị bán kính đá dẫn của máy 3M184 tại công ty Diesel tại thời điểm khảo sát là  $R_{dt} = 136,5(mm)$

**Trường hợp 1:** Lượng dư gia công  $t = 0,01 - 0,1$  (mm) khi  $h = 12$  (mm),  $\gamma = 30^\circ$ , kết quả được thể hiện trên bảng 1 và đồ thị ở hình 3.

**Trường hợp 2:** Chiều cao tâm phôi  $h = 8 - 16$  (mm) khi  $t = 0,05$  (mm),  $\gamma = 30^\circ$  kết quả được thể hiện trên bảng 2 và đồ thị ở hình 4.

**Trường hợp 3:** Góc nghiêng thanh tỷ  $\gamma = 0 - 30^\circ$  khi  $t = 0,05$  (mm),  $h = 12$  (mm), kết quả được thể hiện trên bảng 3 và đồ thị ở hình 5.

**Bảng 1.** Giá trị  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  khi  $t$  thay đổi ( $h = 12$ ;  $\gamma = 30^\circ$ )

TT	t (mm)	$\Delta x$ (mm)	$\Delta y$ (mm)
1	0,01	0.008660	0.017244
2	0,02	0.017321	0.034462
3	0,03	0.025981	0.051653
4	0,04	0.034641	0.068817
5	0,05	0.043301	0.085955
6	0,06	0.051962	0.103067
7	0,07	0.060622	0.120152
8	0,08	0.069282	0.137211
9	0,09	0.077942	0.154245
10	0,10	0.086603	0.171252

**Bảng 2.** Giá trị  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  khi  $h$  thay đổi ( $t = 0,05$ ;  $\gamma = 30^\circ$ )

TT	h(mm)	$\Delta x$ (mm)	$\Delta y$ (mm)
1	8	0.043301	0.126955
2	9	0.043301	0.113301
3	10	0.043301	0.102361
4	11	0.043301	0.093409
5	12	0.043301	0.085955
6	13	0.043301	0.079659
7	14	0.043301	0.074275
8	15	0.043301	0.069624
9	16	0.043301	0.065568

Từ kết quả thể hiện trong bảng 1, 2, 3 và hình 3, 4, 5 ta có nhận xét:

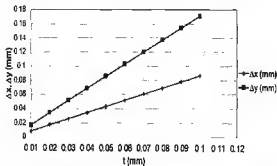
- Khi tăng lượng dư gia công  $t$  sẽ làm tăng lượng dịch chuyển tâm chi tiết theo cả hai phương  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ .

**Bảng 3.** Giá trị  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  khi  $\gamma$  thay đổi ( $t = 0,05$ ;  $h = 12$ )

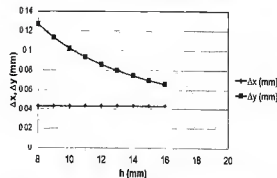
TT	$\gamma^0$	$\Delta x$ (mm)	$\Delta y$ (mm)
1	0	0.050000	0.001983
2	2	0.049970	0.002366
3	4	0.049878	0.003515
4	6	0.049726	0.005428
5	8	0.049513	0.008103
6	10	0.049240	0.011535
7	12	0.048907	0.015720
8	14	0.048515	0.020651
9	16	0.048063	0.026323
10	18	0.047553	0.032727
11	20	0.046985	0.039854
12	22	0.046359	0.047695
13	24	0.045677	0.056237
14	26	0.044940	0.065470
15	28	0.044147	0.075381
16	30	0.043301	0.085955

- Khi chiều cao tâm chi tiết  $h$  tăng thì làm giảm lượng dịch tâm chi tiết theo phương thẳng đứng  $\Delta y$  còn lượng dịch tâm chi tiết theo phương ngang  $\Delta x$  không đổi.

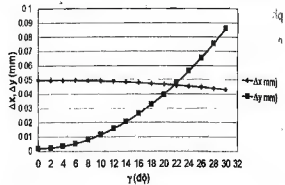
- Tăng góc nghiêng của bề mặt thanh tỷ  $\gamma$  sẽ làm giảm  $\Delta x$  và làm tăng  $\Delta y$ .



**Hình 3.** Ảnh hưởng của lượng dư gia công đến lượng dịch chuyển tâm chi tiết



**Hình 4.** Ảnh hưởng của chiều cao tâm phôi đến lượng dịch chuyển tâm chi tiết



**Hình 5.** Ảnh hưởng của góc nghiêng thanh tỷ đến lượng dịch chuyển tâm chi tiết

**KẾT LUẬN**

Từ những kết quả đạt được trong nghiên cứu này, rút ra một số kết luận khi mài vô tâm chạy dao hướng kính bằng máy mài mà chức năng chuyển động chạy dao được thực hiện bởi đầu đá mài như sau:

- Lượng dịch chuyển tâm chi tiết phụ thuộc vào lượng dư gia công và các thông số hình học của hệ thống công nghệ. Sự phụ thuộc đó được thể hiện trong các biểu thức (10) và (11). Sử dụng hai biểu thức này cho phép xác định được  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  trong từng trường hợp cụ thể về giá trị của các thông số  $R_{dt}$ ,  $R_1$ ,  $\gamma$ ,  $h$  và  $t$ . Từ đó giúp người thợ nhanh chóng điều chỉnh được hệ thống công nghệ để gia công chi tiết đạt kích thước yêu cầu.

- Khi tăng lượng dư gia công  $t$  sẽ làm tăng lượng dịch chuyển tâm chi tiết theo cả hai phương  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ .

- Khi tăng lượng dư gia công  $t$  sẽ làm tăng lượng dịch chuyển tâm chi tiết theo cả hai phương  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ .

- Khi chiều cao tâm chi tiết  $h$  tăng thì làm giảm lượng dịch tâm chi tiết theo phương thẳng đứng  $\Delta y$  còn lượng dịch tâm chi tiết theo phương ngang  $\Delta x$  không đổi.

- Tăng góc nghiêng của bề mặt thanh tỷ  $\gamma$  sẽ làm giảm  $\Delta x$  và làm tăng  $\Delta y$ .

- Trên cơ sở những kết quả được thực hiện trong bài báo này, chúng tôi sẽ tiến hành nghiên cứu xây dựng hệ thống đo lường dịch

chuyển tâm chi tiết trong quá trình mài và ảnh hưởng của nó đến chất lượng vật mài trong các nghiên cứu tiếp theo.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Marinescu Loan D., Eckart Uhlmann and Brian Rowe W. (2006), *Handbook of machining with grinding wheels*, CRC Press Taylor & Francis Group.
2. Marinescu Loan D., Mike Hitchiner (2006), *Handbook of Advances Ceramics Machining*, <http://www.taylorandfrancis.com>.
3. Sead Dzebo (2009), *Investigation of methods to improve process performance in centerless grinding of inconel 718 and Ti-6AL-4V superalloys*, In Partial Fulfillment of the Reguiements for the Degree of Master of Science in the George W. Woodruff School of Mechanical Engineering, Georgia Institute of Technology.
4. Phan Bui Khoi, Ngo Cuong, Do Duc Trung, Nguyen Dinh Man (2014), "A study on simulation of plunge centerless grinding process", *ISEPD 2014 - International Sysposium on Eco-materials Processing and Design, Ha Noi, Viet Nam (January 12-14)*.
5. Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiến, Ninh Đức Tôn, Trần Xuân Việt (2005), *Sổ tay Công nghệ chế tạo máy - Tập 2*, Nxb Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
6. Andrej MALIK, Augustin GOROG (2010), "Process centerless recess grinding", *Faculty of materials science and technology in trnava, Slovak University of technology in Bratislava*.

7. Krajnik P., Drazumeric R., Meyer B., Kopac J., Zeppenfeld C. (2008), "Simulation of workpiece forming and centre displacement in plunge centerless grinding", *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 48, pp. 824-831.
8. Đỗ Đức Trung (2014), "Ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến lượng dịch chuyển tâm chi tiết khi mài vô tâm chạy dao hướng kính", *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học trẻ ĐHTH Thái Nguyên - lần thứ 2*, tr. 67 - 71.
9. Do Duc Trung, Ngo Cuong, Phan Bui Khoi (2014), "A study on cinematics of workpiece in plunge centerless grinding process", *International Conference on Engineering Mechanics and Automation (ICEMA 3)*, Ha Noi, pp. 243-247.
10. Đỗ Đức Trung (2016), *Nghiên cứu xác định một số thông số của quá trình gia công khi mài vô tâm chạy dao hướng kính*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Thái Nguyên.
11. Đỗ Đức Trung, Trần Minh Trường, Phạm Văn Đông, Nguyễn Xuân Đình (2015), "Mối quan hệ giữa lượng dịch chuyển của bàn máy với một số thông số hình học của hệ thống công nghệ khi mài vô tâm chạy dao hướng kính", *Tạp chí Khoa học công nghệ Đại học Công nghiệp Hà Nội*, số 29, tr. 26-28
12. N. G. Subramanya Udupa, M. S. Shunmugam and V. Radhakrishnan (1998), "Workpiece Movement in Centerless Grinding and Its Influence on Quality of the Ground Part", *J. Munuf. Sci. Eng.* 110(2), 179-186 (May 01).

### ABSTRACT

#### INFLUENCE OF TECHNOLOGY PARAMETERS ON WORKPIECE CENTRE DISPLACEMENT IN PLUNGE CENTERLESS GRINDING

Applicatin for centerless grinder which feeding by grinding wheel

Nguyen Dinh Man<sup>1</sup>, Do Duc Trung<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>University of Technology - TNU

<sup>2</sup>Hanoi University of Industry

This paper presents a study on workpiece centre displacement in plunge centerless grinding for centerless grinder which feeding by grinding wheel . In this paper, an analysis the relationship between workpiece centre displacement and grinding allowance, the geometric parameters of system. The paper aims at giving the expression of workpiece centre displacement, the influence of grinding allowance, workpiece center height and angle of blade on workpiece centre displacement, to improve performance on controlling of worker and to improve of diameter accuracy.

**Keywords:** Plunge centerless grinding, technology parameter, workpiece centre displacement, accuracy of diameter, feeding by grinding wheel

Ngày nhận bài: 02/10/2017; Ngày phản biện: 17/10/2017; Ngày duyệt đăng: 30/11/2017

\* Email [dotrunc.th@gmail.com](mailto:dotrunc.th@gmail.com)