

PHƯƠNG PHÁP ĐO SAI LỆCH VỀ ĐỘ THẲNG TRONG MẶT PHẲNG CHI TIẾT QUANG KHÍ MÀI NGHIỀN

NGUYỄN TRỌNG HÙNG

I. MỞ ĐẦU

Hiện nay ở nước ta công nghệ chính xác đang phát triển trong nhiều lĩnh vực, trong lĩnh vực Cơ khí chính xác và Quang học công nghệ tạo hình bề mặt phẳng chi tiết quang có độ chính xác cao là vấn đề cần phải giải quyết để đáp ứng yêu cầu của sự nghiệp công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước.

Trong công nghệ gia công chi tiết quang, thì mài nghiền vẫn được coi là nguyên công gia công tinh có hiệu quả nhất, cho phép đạt độ chính xác gia công cao trong khi thiết bị công nghệ ở trình độ thấp hơn.

Khi tạo hình sơ bộ bề mặt phẳng phối thủy tinh và dụng cụ nghiền có độ phẳng thấp, sau khi mài nghiền cần phải đạt được độ phẳng rất cao, đặc biệt khi nghiền tinh lần cuối hoặc khi đánh bóng cần thiết phải nghiền hoặc đánh bóng ở các vùng của chi tiết gia công với cường độ gia công khác nhau. Nếu chỉ thực hiện quá trình công nghệ mài nghiền thông thường thì khó đạt được độ chính xác mong muốn. Vấn đề này được thực hiện khi gia công có định hướng theo phân bố lượng dư cục bộ bề mặt phẳng chi tiết quang khi mài nghiền [1, 2]. Đây chính là ưu điểm của phương pháp mài nghiền các chi tiết thủy tinh quang học bằng hạt mài tự do, trên các máy mài nghiền chi tiết quang có cơ cấu cụm trên, sử dụng các cơ cấu loại đòn bẩy, đang được sử dụng rộng rãi trong công nghệ gia công các chi tiết quang.

Vấn đề đặt ra là trong quá trình gia công có định hướng cần phải xác định chính xác tọa độ và phân bố lượng dư cục bộ, để tăng hoặc giảm cường độ gia công tại các vùng tương ứng, nhằm nâng cao độ chính xác gia công. Như vậy đồng thời phải xác định tọa độ và giá trị phân bố lượng dư với độ chính xác cao (μm).

Trong công trình này trình bày một số kết quả nghiên cứu phương pháp đo sai lệch về độ thẳng trong mặt phẳng chi tiết quang khi mài nghiền.

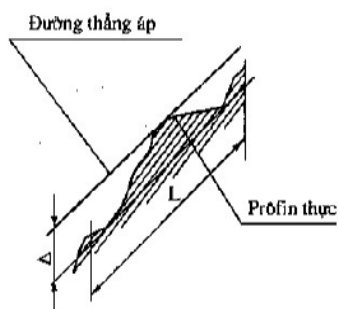
II. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP ĐO

1. Định nghĩa

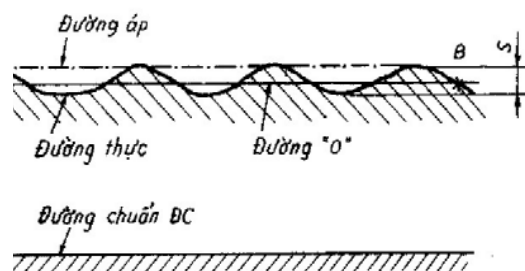
Sai lệch về độ thẳng trong mặt phẳng là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profin thực tới đường thẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn (hình 1) (theo TCVN 384-1993 và [3]).

2. Phương pháp đo

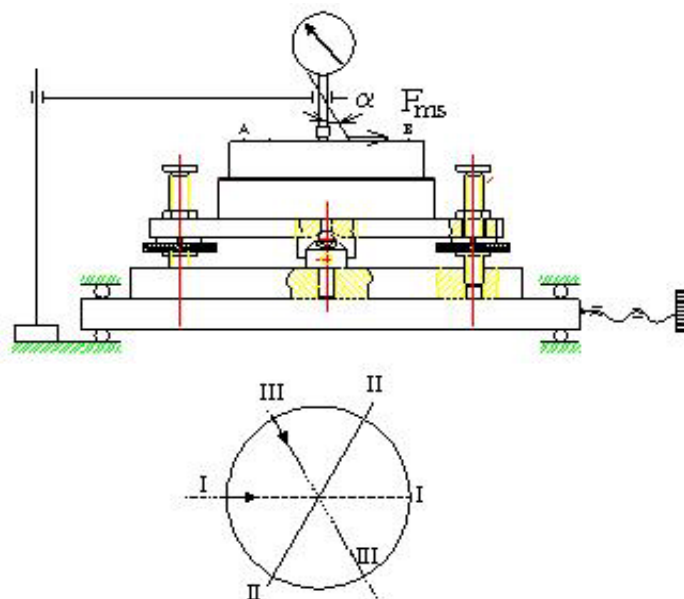
Để đo được sai lệch về độ thẳng, phải dịch chuyển chuyển đổi đo theo phương của đường áp. Chuyển vị của đầu đo dịch chuyển theo phương pháp tuyến của đường áp [4]. Trong kỹ thuật, gọi phương của đường áp là phương "0", đường thẳng đi qua hai điểm chuẩn đo song song với nó được gọi là đường "0". Người ta lấy đường "0" làm đường chuẩn hay đường trượt để đo sai lệch về độ thẳng.



Hình 1. Định nghĩa sai lệch về độ thẳng



Hình 2. Phương pháp đo sai lệch về độ thẳng



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý đồ gá đo sai lệch về độ thẳng trên máy đo УИМ-21

Sai lệch chỉ thị lớn nhất của đầu đo theo phương trượt chuẩn cho ta sai lệch về độ thẳng. Với các chi tiết không lớn lắm, người ta gá nó lên bàn có thể điều chỉnh được. Với chiều dài chuẩn kiểm tra là AB , người ta điều chỉnh sao cho AB song song với phương trượt chuẩn DC là phương trượt của băng máy đo có mang chuyển đổi như hình (2).

Trong công trình này trình bày phương pháp đo sai lệch về độ thẳng trong mặt phẳng mẫu bằng đồ gá và trang bị đo, được gá đặt trên máy đo УИМ-21 (Liên Xô). Đồ gá này đã được thiết kế, chế tạo và sử dụng trong suốt quá trình tiến hành thực nghiệm gia công loạt mẫu hình (3).

Trong đó phương trượt chuẩn DC sử dụng sống trượt của máy đo УИМ-21 đảm bảo độ chính xác dịch chuyển, chi tiết đo được gá trên đồ gá đặt trên bàn máy.

Việc đọc số dịch chuyển dài trên bề mặt mẫu dùng thước đo độ dài chỉ thị số gắn trên máy đo của Hãng MITUTOYO (Nhật Bản).

III. THIẾT KẾ ĐỒ GÁ ĐO SAI LỆCH VỀ ĐỘ THẲNG TRONG MẶT PHẲNG CHI TIẾT QUANG

1. Nguyên lý điều chỉnh đồ gá đo

Chỉ tiết được gá trên đồ gá đo và được lắp trên bàn máy. Theo nguyên lý đo sai lệch về độ thẳng ta phải xác định đường thẳng AB sao cho nó song song với đường thẳng chuẩn DC. Để thực hiện được việc này ta làm như sau:

- Điều chỉnh thô

Dùng hai bạc điều chỉnh hai vít để nâng bàn gá chỉ tiết lên tới khi bề mặt chỉ tiết tiếp xúc với đầu đo. Nhờ dịch chuyển sống trượt của máy УИМ-21 để rà từ A sang B. Lấy chỉ số của đồng hồ ở A làm chuẩn và dịch chuyển đầu đo hết đường thẳng chuẩn đo sang B có sai lệch giữa chúng là Δx dùng bạc để điều chỉnh cho sai lệch còn $\frac{\Delta x}{2}$ quay lại đầu A có sai lệch là Δy và lại

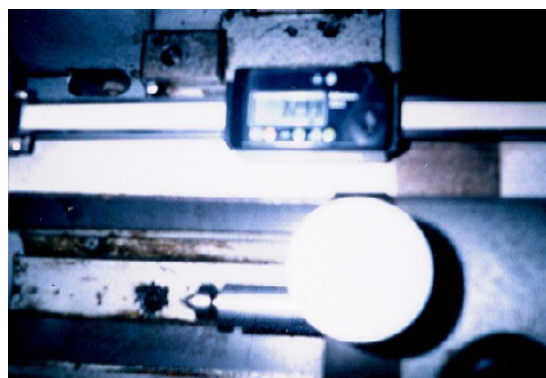
dùng bạc điều chỉnh để cho sai lệch là $\frac{\Delta y}{2}$ sau đó lại dịch chuyển đầu đo đến B và chỉnh như lần đầu.

Sau một vài lần điều chỉnh sai lệch chỉ thị ở hai đầu A và B sẽ giảm, ta tiến hành chỉnh tinh.

- Điều chỉnh tinh

Trước khi điều chỉnh tinh hãm chặt hai vít trên bàn gá đo lại và lại tiến hành rà từ A đến B. Tiến hành điều chỉnh giống như các bước khi điều chỉnh thô, nhưng ở đây chỉ khác là việc nâng hạ bàn gá đo nhờ vào sự biến dạng của đệm vênh đàn hồi. Sau một vài lần điều chỉnh ta được chỉ thị của đầu A và đầu B là bằng nhau. Kết quả có được một đường thẳng AB song song với đường thẳng chuẩn DC.

Sai lệch về độ thẳng trong mặt phẳng chỉ tiết quang được đo theo ba phương I-I, II-II và III-III.



Hình 4. Kết cấu đồ gá và trang bị đo sai lệch về độ thẳng trong mặt phẳng mẫu trên máy đo УИМ-21

2. Phân tích đồ gá đo sai lệch về độ thẳng trên máy đo vạn năng УИМ-21

- Sử dụng dịch chuyển sống trượt của máy đo УИМ-21 có khe hở nhỏ 1 μm .
- Đọc số dịch chuyển trên thước đo độ dài chỉ thị số của Hãng Mitutoyo gắn trên máy đo УИМ-21, xác định chính xác vị trí điểm đo trên chỉ tiết tương ứng với sai lệch về độ thẳng đo được. Do đó có thể tiến hành gia công có định hướng tại từng vùng trên bề mặt chỉ tiết đo.
- Để tạo được “Đường thẳng chuẩn” trên bề mặt chỉ tiết khi đo sai lệch về độ thẳng, trong đồ gá thiết kế và chế tạo đã sử dụng biến dạng của phần tử đàn hồi - đệm vênh có thể thực hiện dịch chuyển tế vi.

- Đánh giá chỉ thị sai lệch về độ thẳng dùng đồng hồ so giá trị chia 0,001 mm của Hãng Mitutoyo.

3. Sai số phép đo

Đồ gá đo được gá và kẹp chặt trên bàn máy của máy đo. Việc chỉnh tinh để đạt được đường thẳng AB song song với đường thẳng chuẩn DC, được thực hiện nhờ biến dạng của đệm vênh đàn hồi.

Sai số của phép đo phụ thuộc vào sai lệch về độ vuông góc của phương đo và độ nhám của chi tiết đo.

Sai lệch về độ vuông góc của phương đo:

Trong quá trình đo ta phải rà đầu đo từ A đến B nhờ cơ cấu vít bàn trượt của máy đo, dưới áp lực đo sẽ sinh ra một lực ma sát có chiều ngược lại với chiều di chuyển của chi tiết đo. Lực ma sát này sẽ làm cho đầu đo bị lệch đi một góc $\Delta\alpha$ (hình 3).

Ta có: $F_{ms} = f \cdot N$
trong đó: f - Hệ số ma sát; N - Áp lực đo theo phương pháp tuyến; Khi dùng đồng hồ so giá trị chia 0,001 mm, áp lực đo [4]:

$$N = 1,5 (N).$$

Độ biến dạng của đầu đo:

$$\Delta = \frac{F_{ms}}{E_J},$$

E_J - Độ cứng của vật liệu đầu đo.

Từ thực nghiệm đo [4]:

$$\Delta = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{2} \right) \cdot C$$

C - Độ phân giải của đồng hồ đo và $c = 0,001$ mm.

Đối với máy đo УИМ-21 khe hở lớn nhất trong sống trượt của băng máy là 1 μm , chiều dài dẫn trượt của trục vít là 25 mm.

Vậy suy ra:

$$\Delta\alpha = \frac{1}{25000} = 4 \cdot 10^{-5}.$$

Do đó chỉ thị của đồng hồ sẽ bị sai lệch đi một lượng :

$$S = \Delta(1 - \cos \Delta\alpha) = 5 \cdot 10^{-7} (mm).$$

Sai lệch chỉ thị rất nhỏ có thể bỏ qua và coi sai lệch về độ vuông góc $S = 0$.

- Sai số đo khi lần độ nhám của chi tiết

Khi đo với đồng hồ so có đầu đo bị đường kính là 3 mm, thì đường kính của đầu đo lớn hơn nhiều so với chu kỳ T của độ nhám $t = (2 \dots 3) \mu\text{m}$ thì phép đo sai lệch về độ thẳng không phát hiện được.

- Kết luận

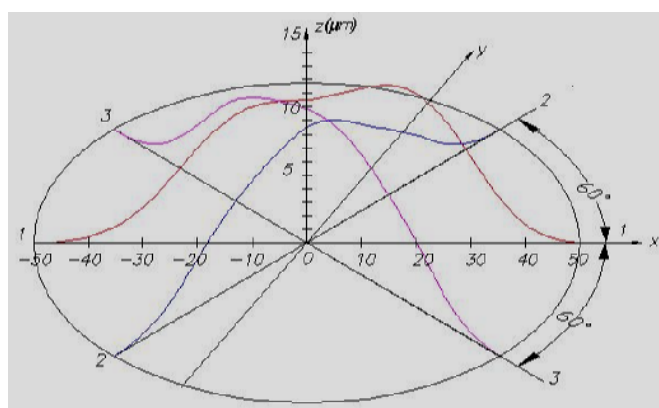
Phép đo sai lệch về độ thẳng trong mặt phẳng chi tiết quang dùng đồ gá đặt trên bàn trượt của máy đo vạn năng УИМ-21, có sai số nhỏ có thể bỏ qua và đảm bảo độ tin cậy kết quả đo.

IV. MỘT SỐ KẾT QUẢ ĐO SAI LỆCH VỀ ĐỘ THẲNG TRONG MẶT PHẲNG CHI TIẾT QUANG KHI MÀI NGHIỀN

Trong quá trình thực nghiệm mài nghiền mẫu, thay đổi các thông số hình học và động học máy để nâng cao độ chính xác gia công. Khi đó ta phải xác định tọa độ và phân bố lượng dư cục bộ trên bề mặt phôi để gia công có định hướng. Quá trình thực nghiệm đã được tiến hành nhiều lần, ở đây trình bày kết quả đo sai lệch về độ thẳng trong bề mặt phôi gia công sau ba lần điều chỉnh cuối.

Kết quả đo sai lệch về độ thẳng bằng đồ gá trên máy đo УИМ-21 mẫu D = 100 mm

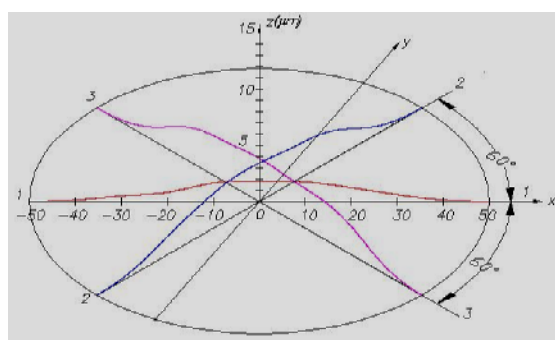
Tọa độ theo phương Sai lệch độ thẳng (μm)		-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50
Phương 1-1	Lần 1	0	0	2	7	11	11	11	10	4	0	0
	Lần 2	0	0	1	5	9	10	13	13	7	0	0
	Trung bình	0	0	1,5	6	10	10,5	12	11,5	5,5	0	0
Phương II-II	Lần 1	0	0	2	5	7	9	8	8	5	0	0
	Lần 2	0	0	5	7	8	7	5	2	1	0	0
	Lần 3	0	0	2	5	8	9	8	5	2	0	0
	Trung bình	0	0	3	5,6	7,6	8,3	7	5	2,6	0	0
Phương III-III	Lần 1	0	0	1	5	7	10	10	8	7	0	0
	Lần 2	0	0	5	10	11	10	10	7	2	0	0
	Trung bình	0	0	3	7,5	9	10	10	7,5	4,5	0	0



Hình 5. Tọa độ lưới sai lệch về độ thẳng trong mặt phẳng mẫu D = 100 mm sau khi gia công có định hướng lần thứ nhất.

Kết quả đo sai lệch về độ thẳng bằng đồ gá trên máy đo УИМ-21 mẫu D = 100 mm

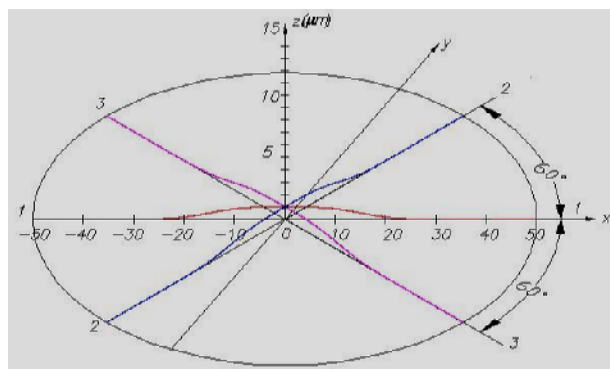
Tọa độ theo phương hướng tâm (mm)		-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50
Phương 1-1	Lần 1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0
	Lần 2	0	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0
	Lần 3	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0
	Trung bình	0	0	0,3	0,3	1,3	1	1,6	1	0,3	0	0
Phương II-II	Lần 1	0	0	0	1	3	3	3	3	2	0	0
	Lần 2	0	0	4	5	5	5	3	3	1	0	0
	Lần 3	0	0	0	1	3	3	3	3	2	0	0
	Trung bình	0	0	1,3	2,3	3,6	3,6	3	3	1,6	0	0
Phương III-III	Lần 1	0	0	1	4	5	5	5	5	4	0	0
	Lần 2	0	0	2	3	3	3	2	2	0	0	0
	Lần 3	0	0	1	3	3	4	4	4	3	0	0
	Trung bình	0	0	1,3	3,3	3,6	4	3,6	3,6	2,3	0	0



Hình 6. Tọa độ lưới sai lệch về độ thẳng trong mặt phẳng mẫu D = 100 mm sau khi gia công có định hướng lần thứ hai.

Kết quả đo sai lệch về độ thẳng bằng đồ gá trên máy đo УИМ-21 mẫu D = 100 mm

Tọa độ theo phương hướng tâm (mm)		50	40	30	20	10	0	0	0	0	0
Phương 1-1	Lần 1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
	Lần 2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
	Lần 3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
	Trung bình	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0



Hình 7. Tọa độ lưới sai lệch về độ phẳng trong mặt phẳng mẫu $D = 100 \text{ mm}$ sau khi gia công có định hướng lần thứ ba

- Nhận xét

Các kết quả đo sai lệch về độ phẳng đối với các mẫu sau mỗi lần gia công có định hướng theo phân bố lượng dư cục bộ ở đây, cũng được kiểm tra trên máy đo tọa độ 3D TESA (Thụy Sĩ) và cho kết quả như nhau [1].

Điều đó chứng tỏ rằng phương pháp đo đã nghiên cứu, đồ gá được thiết kế chế tạo, các phương tiện, thiết bị đo được sử dụng là đảm bảo độ chính xác và độ tin cậy.

V. KẾT LUẬN

Phương pháp đo sai lệch về độ phẳng trong mặt phẳng chi tiết quang khi mài nghiền bằng đồ gá và trang bị đo trên máy УИМ-21 cho kết quả đo với độ chính xác cao (μm).

Phương pháp này cho khả năng chủ động xác định tọa độ và giá trị phân bố lượng dư gia công cục bộ khi gia công có định hướng bề mặt chi tiết quang khi mài nghiền, nhằm nâng cao độ chính xác và năng suất gia công.

Phương pháp được trình bày ở đây tạo ra phương tiện đo với độ chính xác cao trong các cơ sở gia công chi tiết quang trong điều kiện hiện nay ở nước ta.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Trọng Hùng - Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến độ chính xác tạo hình bề mặt phẳng chi tiết quang khi mài nghiền, Luận án Tiến sỹ Kỹ thuật, ĐHBK Hà Nội, 2003.
2. Nguyễn Trọng Hùng, Ninh Đức Tồn, Nguyễn Văn Khang, Nguyễn Minh Phương - Một số kết quả nghiên cứu gia công có định hướng theo phân bố lượng dư cục bộ bề mặt phẳng chi tiết quang khi mài nghiền, Tạp chí Khoa học và Công nghệ **42** (4) (2004) 69-77.
3. Ninh Đức Tồn - Dung sai và lắp ghép, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 2000.
4. Nguyễn Tiến Thọ, Nguyễn Thị Xuân Bầy, Nguyễn Thị Cẩm Tú - Kỹ thuật đo lường kiểm tra trong chế tạo cơ khí, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2001.

5. Nguyễn Trọng Hùng - Bài giảng độ chính xác truyền động cơ cấu, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1991.
6. Nguyễn Trọng Hùng - Chi tiết cơ cấu chính xác, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002.

SUMMARY

MEASURING METHOD ERROR ABOUT STRAIGHT ON PLANE SURFACE OPTICAL PART'S IN GRINDING

In this paper there are considered some results of research for measuring method error about straight on plane surface optical part's in grinding.

The research results allow us to have measuring method error about straight on plane surface optical part's in grinding by attachments on measuring-machine UIM-21, which have degree of accuracy (μm).

This method allow us to have capabilities the initiative means to define co-ordinate and dispose parial value for orientation of production to dispose parial value on plane surface optical part's in grinding, the goal of this work is improving the precision and productivity.

Địa chỉ:

Khoa Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội.

Nhận bài ngày 12 tháng 4 năm 2004