

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN SAI LỆCH ĐỘ TRÒN CỦA CHI TIẾT KHÍ MÀI ĐỊNH HÌNH VÔ TÂM RĂNG LĂN VÒNG BẠC Ổ BÌ

STUDY ON THE INFLUENCE OF SOME TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE WORKPIECE ROUNDNESS IN THE SHOE-TYPE CENTERLESS GRINDING OPERATION FOR RACEWAY OF BALL BEARING

Nguyễn Anh Tuấn¹, Nguyễn Quang Dũng²

¹Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế – Kỹ thuật Công nghiệp

²Khoa Vũ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Vòng bi là sản phẩm cơ khí có độ chính xác cao, được sử dụng rất rộng rãi và chiếm một vị trí hết sức quan trọng trong các ngành công nghiệp. Vòng bi có cấu tạo gồm có 04 bộ phận chính: Vòng bạc ngoài, vòng bạc trong, viên bi, vòng cách. Trong công nghệ gia công vòng bi hiện nay, mài định hình vô tâm định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định là một trong các phương pháp gia công phổ biến để gia công tinh bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi. Trong quá trình gia công này, các thông số công nghệ có ảnh hưởng quan trọng đến độ chính xác của chi tiết nói chung và sai lệch độ tròn của bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi nói riêng. Vì vậy, bài báo đã tập trung nghiên cứu về công nghệ mài định hình vô tâm răng lăn vòng bạc ổ bi định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định, trên cơ sở này phân tích ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến sai lệch độ tròn của bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi để nâng cao chất lượng của chi tiết trong quá trình chế tạo.

Từ khóa: Sai lệch độ tròn; Vòng bi; Mài định hình vô tâm.

ABSTRACT

Bearings are high-precision mechanical products and increasingly popular in industries. Bearings occupy a very important position in industries. Bearings are composed of 4 main parts including outer ring, inner ring, ball, and cage. In current bearing machining technology, the shoe-type centerless grinding is one of the popular machining methods to finish the surface of bearing raceways. In this machining process, technological parameters have an important influence on the accuracy of the part in general and the roundness of the bearing raceway surface in particular. Therefore, the article focused on researching the technology of the shoe-type centerless grinding. Based on that, the influence of technological parameters on the roundness of the bearing raceway surface is analyzed to improve the quality of the part in the manufacturing process.

Keywords: Roundness; Bearings; The shoe-type centerless grinding.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vòng bi là sản phẩm cơ khí có độ chính xác cao và được coi là trái tim của tất cả các ứng dụng sử dụng trục quay nói riêng và động cơ nói chung [1]. Vòng bi có cấu tạo gồm có 4 bộ phận chính: Vòng bạc ngoài, vòng bạc trong, viên bi, vòng cách [1, 2]. Một trong các yêu cầu kỹ thuật quan trọng quyết định đến khả năng làm việc và tuổi bền của vòng bi là yêu cầu về sai lệch độ tròn của bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi. Trong công nghệ gia công vòng bi hiện nay, mài định hình vô tâm rãnh lăn vòng bạc ổ bi là một trong các phương pháp gia công phổ biến để gia công tinh bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi. Trong quá trình gia công này, các thông số công nghệ có ảnh hưởng quan trọng đến sai lệch độ tròn của bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi.

Vì vậy, bài báo đã tập trung nghiên cứu về công nghệ mài định hình vô tâm rãnh lăn vòng bạc ổ bi định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định, trên cơ sở này phân tích ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến sai lệch độ tròn của bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi để nâng cao chất lượng của chi tiết trong quá trình chế tạo.

2. NỘI DUNG

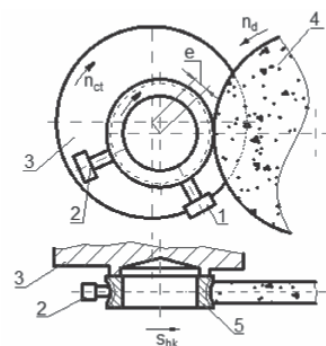
2.1. Công nghệ mài định hình vô tâm rãnh lăn vòng bạc ổ bi trong đó chi tiết được định vị trên hai giá đỡ cố định

Trong công nghệ gia công vòng bi hiện nay, mài định hình vô tâm định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định là một trong các phương pháp gia công phổ biến để gia công tinh bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi.

- Công nghệ mài định hình vô tâm rãnh lăn vòng bạc trong vòng bi cầu:

Sơ đồ mài định hình vô tâm rãnh lăn

vòng bạc trong ổ bi như thể hiện trên hình 1. Bản chất, đây chính là sơ đồ mài vô tâm chạy dao ngang định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định. Trong sơ đồ gia công ở đây, sử dụng chuẩn định vị là bề mặt rãnh lăn cần gia công và mặt đầu của chi tiết vòng trong ổ bi, để giảm sai số gá đặt và đảm bảo vị trí tương quan giữa đường tâm rãnh lăn với mặt đầu. Phôi mài sẽ được định vị vào đường lăn cần gia công nhờ hai chốt tỳ đầu chỏm cầu số 1 và 2 hoặc một khối V ngắn (không chế 2 bậc tự do). Do đó, bề mặt chuẩn lúc này trùng với bề mặt rãnh lăn cần gia công nên sai số chuẩn là nhỏ nhất. Ngoài ra, mặt đầu của chi tiết gia công được định vị vào mặt đầu của cực từ số 3 (không chế 3 bậc tự do) nên đảm bảo được độ song song giữa đường tâm rãnh lăn với mặt đầu. Đồng thời, phôi mài được kẹp chặt nhờ lực hút từ trường qua cực từ số 3, cực từ được bắt chặt trên trục chính của máy. Trục này sẽ truyền mô-men xoắn cho chi tiết gia công. Chính vì vậy, quá trình định vị và kẹp chặt chi tiết được thực hiện đơn giản và nhanh chóng. Đặc biệt, chuyển động quay của phôi không phụ thuộc vào độ đảo của trục chính và ảnh hưởng từ dao động đàn hồi của hệ thống [3-4]. Do đó, phương pháp mài định hình vô tâm trên hai giá đỡ cố định giúp nâng cao được năng suất gia công và đảm bảo độ chính xác của chi tiết mài.



Hình 1. Sơ đồ mài định hình vô tâm rãnh lăn vòng bạc trong vòng bi cầu [3-4]:

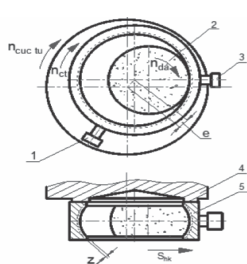
1, 2. Chốt tỳ đầu chỏm cầu; 3. Cực từ; 4. Đá mài; 5. Chi tiết mài



Trong quá trình mài, chi tiết và đá mài quay xung quanh đường tâm theo hai hướng khác nhau với tốc độ n_{ct} và n_d . Bàn máy mang phôi (bàn ụ vật) thực hiện chuyển động chạy dao hướng kính S_{hk} . Lực kẹp chi tiết vào các điểm tỳ được tạo ra từ sự lệch tâm giữa tâm chi tiết so với tâm cực từ (độ lệch tâm e) [3-4].

- Công nghệ mài định hình vô tâm rãnh lẫn vòng bạc ngoài vòng bi cầu:

Sơ đồ mài định hình vô tâm rãnh lẫn vòng bạc trong ổ bi như thể hiện trên hình 2. Tương tự như quá trình mài định hình rãnh lẫn vòng bạc trong thì trong sơ đồ gia công này sử dụng chuẩn định vị là bề mặt trụ ngoài và mặt đầu của vòng bạc ổ bi cầu. Bề mặt trụ ngoài của vòng bạc được tỳ trên hai chốt tỳ đầu chòm cầu số 1 và số 3 (không chế 2 bậc tự do) nên sẽ đảm bảo được độ đồng tâm giữa bề mặt trụ ngoài với bề mặt rãnh lẫn cần gia công của vòng bạc. Ngoài ra, mặt đầu của phôi mài được định vị vào mặt đầu của cực từ số 4 (không chế 3 bậc tự do) nên sẽ đảm bảo được độ song song giữa đường tâm rãnh lẫn với mặt đầu. Đồng thời, chi tiết gia công số 5 được kẹp chặt nhờ lực hút từ trường qua cực từ số 4, cực từ được bắt chặt trên trục chính của máy. Trục này truyền cho chi tiết mô-men xoắn. Chính vì vậy, quá trình định vị, kẹp chặt và tháo lắp chi tiết được thực hiện đơn giản và nhanh chóng. Điều này sẽ giúp nâng cao được năng suất gia công mà vẫn giảm thiểu được sai số gá đặt [3-5].



Hình 2. Sơ đồ mài định hình vô tâm rãnh lẫn vòng bạc ngoài vòng bi cầu [3-5]:

Trong quá trình mài, chi tiết và đá mài ở đây quay cùng một hướng với tốc độ n_{ct} và n_d . Đá mài thực hiện chuyển động chạy dao hướng kính S_{hk} . Lực kẹp chi tiết vào các điểm tỳ được tạo ra từ sự lệch tâm giữa tâm chi tiết so với tâm cực từ (độ lệch tâm e) [3-5]. Bản chất đây cũng là phương pháp mài định hình vô tâm định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định.

2.2. Phân tích ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến độ sai lệch độ tròn của đường kính đáy rãnh lẫn

2.2.1. Phân tích ảnh hưởng của việc gá đặt phôi đến sai lệch độ tròn của đường kính đáy rãnh lẫn

Một trong những chỉ số quan trọng nhất về độ chính xác của chi tiết khi mài định hình vô tâm rãnh lẫn vòng bạc ổ bi là độ chính xác về hình dạng trong tiết diện mặt cắt ngang. Các tiêu chuẩn đánh giá sai lệch hình dạng sẽ dùng một chỉ tiêu tổng hợp (chỉ tiêu sai lệch độ tròn) và các chỉ số từng phần (độ ô van, độ đa cạnh).

Sai lệch hình dạng trong tiết diện mặt cắt ngang thường được mô tả bởi một đa thức lượng giác, do hầu hết các yếu tố trong quá trình tạo hình có tính chất chu kỳ. Vì vậy, hình dạng trong tiết diện mặt cắt ngang của chi tiết được hình thành khi mài rãnh định hình tròn xoay trong hệ tọa độ cực sẽ được thể hiện dưới dạng một đa thức lượng giác như sau:

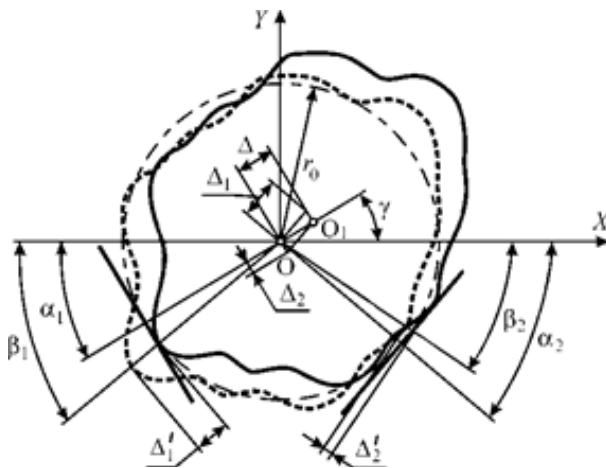
$$r = r_0 + \sum_{n=2}^p a_n \cos(n\varphi - \varphi_n) \quad (1)$$

Trong đó:

- r_0 : Bán kính trung bình của chu vi mặt cắt ngang của phôi;
- n : Tần số méo;
- a_n : Biên độ của sóng méo thứ n ;
- φ : Góc cực (góc quay);

- φ_n : Góc lệch pha ban đầu của sóng méo thứ n;
- p: Số cạnh méo tối đa của các sóng.

Khi mài định hình vô tâm, phôi gia công thường được gá trên hai giá đỡ cố định. Việc định vị chi tiết gia công được thực hiện trên bề mặt bên ngoài hoặc bề mặt bên trong của phôi. Tuy nhiên, để đánh giá sai lệch hình dạng ở mặt cắt ngang của phôi, ở đây thực hiện phân tích với trường hợp định vị dựa trên bề mặt trụ bên ngoài như trường hợp mài định hình rãnh lăn vòng trong ổ bi cầu (hình 3). Khi đó, vị trí các giá đỡ trong hệ tọa độ tuyệt đối XOY được xác định bởi bán kính phôi r_0 và các góc điều chỉnh α_1, α_2 của các giá đỡ phẳng. Hệ tọa độ tương đối ($X_1O_1Y_1$) được gắn với tâm thực tế O_1 của phôi và được xác định so với hệ tọa độ tuyệt đối (XOY) bởi vector bán kính với độ lớn bằng Δ và góc cực bằng ψ .



Hình 3. Sơ đồ gá đặt khi mài vô tâm với bước tiến ngang [3-5]

Nhận thấy, trong sơ đồ mài ở đây, các điểm tiếp xúc giữa phôi với các giá đỡ sẽ xác định vị trí của phôi. Khoảng cách giữa giá đỡ với phôi ở vị trí ban đầu, được biểu thị bằng giá trị của khoảng cách Δ' góc cực β và được xác định dựa trên quy trình giảm thiểu sai số [3-5]:

$$\Delta' = \{r_0 - r_1\} \rightarrow \max \quad (2)$$

Khi gia công, phôi sẽ liên tục quay dẫn đến tâm tiết diện mặt cắt ngang của phôi O_1 luôn bị dịch chuyển tùy thuộc vào sai lệch độ tròn của phôi và lượng giảm đường kính phôi trong quá trình mài. Do đó, sai lệch (Δ) giữa vị trí tâm biên dạng thực tế của phôi O_1 với tâm biên dạng tròn tuyệt đối lý tưởng của phôi O khi gá phôi lên hai giá đỡ cố định là một trị số thay đổi. Sau một vòng quay, tâm biên dạng thực tế của phôi sẽ mô tả một đường bao khép kín, đặc trưng cho sai số cơ sở. Về bản chất, sai số cơ sở là sai lệch của phôi ở vị trí thực tế lúc chuẩn bị ban đầu O_1 so với vị trí yêu cầu O [5]. Trong đó, vị trí yêu cầu của phôi (O) là vị trí kỳ vọng ứng với phôi có hình dạng mặt cắt ngang là đường tròn tuyệt đối được xác định bởi vị trí của hai giá đỡ cố định trên máy.

Vì vậy, phương pháp mài định hình vô tâm rãnh tròn xoay có một đặc trưng là xu hướng in dập sai số hình dạng hình học của phôi. Do đó, khi phân tích sai lệch hình dạng mặt cắt ngang của chi tiết nhận thấy trước tiên cần xác định sai số cơ sở [5]. Để đánh giá sai số cơ sở khi mài định hình vô tâm, tác giả O.B. 3axapov [5] đã đưa ra một thông số gọi là tiêu chí K. Về bản chất, tiêu chí K là trị số của bán kính số học trung bình xác định tâm biên dạng thực tế O_1 của phôi trong hệ tọa độ cơ bản ứng với một vòng quay của phôi:

$$K = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \Delta(\varphi_i) \quad (3)$$

Trong đó:

- φ_i : Góc quay của phôi;
- k: Số điểm tính toán của quỹ đạo.

Ngoài ra, để đảm bảo độ chính xác của chi tiết thì phôi luôn phải tiếp xúc và tỳ vào hai giá đỡ cố định trong suốt quá trình mài. Do đó, 

khi mài phôi phải di chuyển liên tục dọc theo hai giá đỡ với trị số Δ_1 và Δ_2 , đây chính là hình chiếu của Δ_1' và Δ_2' theo hướng các góc α_2 và α_1 của các giá đỡ. Tác giả O.B. Зaxaпov [5] đã chứng minh được trị số Δ_1 và Δ_2 xác định theo công thức sau:

$$\begin{cases} \Delta_1 = \Delta_1' [\sin(\beta_1 + \alpha_2) + \cos(\beta_1 + \alpha_2) / \tan(\alpha_1 + \alpha_2)] \\ \Delta_2 = \Delta_2' [\sin(\beta_2 + \alpha_1) + \cos(\beta_2 + \alpha_1) / \tan(\alpha_1 + \alpha_2)] \end{cases} \quad (4)$$

Từ đó, nhận thấy vị trí tâm O_1 thực tế của phôi trong suốt quá trình mài được xác định bởi khoảng cách Δ và góc ψ theo công thức như sau [5]:

$$\begin{cases} \Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 - 2\Delta_1\Delta_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)} \\ \psi = \arctg \frac{\Delta_1 \sin \alpha_2 + \Delta_2 \sin \alpha_1}{\Delta_1 \cos \alpha_2 - \Delta_2 \cos \alpha_1} \end{cases} \quad (5)$$

Trên cơ sở này, tác giả O.B. Зaxaпov [5] đã xây dựng một chương trình phần mềm riêng để tính toán các thông số, xác định sai số cơ sở và quỹ đạo chuyển động của tâm phôi trong quá trình mài định hình vô tâm định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định. Từ đó, ta nhận thấy quỹ đạo chuyển động của tâm phôi ở đây phụ thuộc vào góc điều chỉnh của các giá đỡ α (với $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$) và sai lệch hình dạng ban đầu của phôi là méo 2 cạnh, 3 cạnh, 4 cạnh hay 5 cạnh trong một vòng quay như thể hiện trong bảng 1 [5]. Trong khi, quỹ đạo chuyển động của tâm phôi gia công sẽ quyết định đến trị số sai lệch hình dạng ở tiết diện ngang của chi tiết sau khi mài. Do đó, căn cứ vào các dạng méo của phôi và góc điều chỉnh của các giá đỡ sẽ xác định được giá trị của tiêu chí K (đặc trưng cho sai số cơ sở khi mài định hình vô tâm định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định) như trong bảng 2 [5]. Các kết quả tính toán được thể hiện ở bảng 2.2 với số điểm trên quỹ đạo $k = 180$.

Bảng 1. Quỹ đạo chuyển động của tâm phôi khi mài trên máy mài vô tâm [5]

n (Số cạnh méo)	Góc điều chỉnh của các giá đỡ $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$				
	30°	60°	90°	120°	150°
2					
3					
4					
5					

Bảng 2. Tiêu chí K khi mài vô tâm với bước tiến ngang [5]

n (Số cạnh méo)	Góc điều chỉnh α												
	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	
2	1,55	1,19	0,99	0,88	0,86	0,91	0,99	1,10	1,20	1,30	1,38	1,45	
3	1,64	1,43	1,22	1,07	0,99	0,95	0,96	1,05	1,20	1,36	1,55	1,74	
4	1,27	1,10	1,00	0,97	0,93	0,82	0,83	0,89	1,02	1,22	1,45	1,73	
5	1,70	1,30	1,14	1,05	0,97	0,89	0,81	0,72	0,82	1,00	1,25	1,57	

Như vậy, quỹ đạo chuyển động của tâm phôi khi mài định hình vô tâm ứng với các góc α nhỏ thì có hình dạng kéo dài dọc theo trục Y, còn với các góc α lớn thì kéo dài dọc theo trục X. Nếu quỹ đạo tâm phôi có dạng một đường thẳng (ứng với sóng méo 2 cạnh và $\alpha = 90^\circ$; sóng méo 3 cạnh và $\alpha = 60^\circ$ hoặc $\alpha = 120^\circ$; sóng méo 4 cạnh và $\alpha = 90^\circ$ hoặc 120°) thì tâm của phôi đi qua hai lần quỹ đạo này trong một vòng quay của phôi.

Đặc biệt, trên cơ sở phân tích sai số cơ sở theo tiêu chí K cho thấy đối với phôi có các dạng méo 2 cạnh, 3 cạnh, 4 cạnh và 5 cạnh thì góc điều chỉnh tối ưu α nằm trong khoảng từ 80° đến 110° . Đối với các trường hợp $\alpha = 40^\circ$

÷ 150° thì giá trị của tiêu chí K thay đổi từ 0,72 đến 1,74. Do đó, việc điều chỉnh tối ưu góc gá đặt các giá đỡ khi mài định hình vô tâm cho phép giảm sai số cơ sở so với sai số biên dạng ban đầu của phôi xuống 30%, trong khi việc điều chỉnh không hợp lý có thể làm tăng sai số trên lên đến 2 lần.

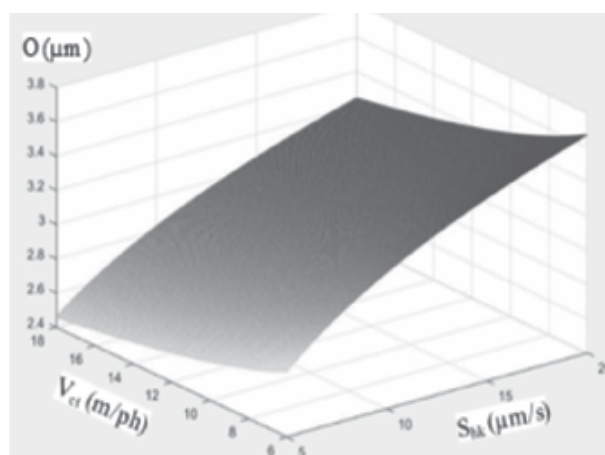
Nhận xét: Từ các phân tích ở trên nhận thấy, sai lệch độ tròn nói chung và độ ô van nói riêng của chi tiết khi mài định hình vô tâm trên hai giá đỡ cố định phụ thuộc vào quỹ đạo chuyển động của tâm phôi gia công và độ ổn định trong chuyển động quay của phôi. Trong đó, quỹ đạo chuyển động của tâm phôi gia công phụ thuộc vào góc gá đặt hai giá đỡ và sai lệch hình dạng ban đầu của phôi. Với góc gá đặt tối ưu của hai giá đỡ là $\beta = 120^\circ$ và $\gamma = 50^\circ$ thì quá trình mài sẽ sửa được nhiều nhất sai lệch hình dạng ban đầu của phôi.

2.2.2. Phân tích ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ khác đến sai lệch độ tròn của đường kính đáy rãnh lẩn

Trong quá trình mài định hình vô tâm rãnh lẩn vòng bạc ổ bi định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định, bên cạnh ảnh hưởng của quá trình gá đặt phôi, sai lệch độ tròn của chi tiết cũng chịu ảnh hưởng độ cứng vững của hệ thống công nghệ, lực cắt và chế độ cắt. Cụ thể, trong công nghệ mài định hình vô tâm này, chiều sâu cắt trên một vòng quay của chi tiết hay lượng chạy dao vòng tăng tỷ lệ với thể tích cắt riêng trong một đơn vị thời gian. Nguyên nhân là do lượng chạy dao vòng ở đây được tạo lên từ việc phối hợp của hai chuyển động, bao gồm: Chuyển động chạy dao hướng kính và chuyển động quay của chi tiết. Do đó, khi tăng lượng chạy dao hướng kính hay giảm vận tốc của chi tiết thì giá trị chiều sâu cắt cho một vòng quay sẽ tăng, dẫn đến sự phân bố không

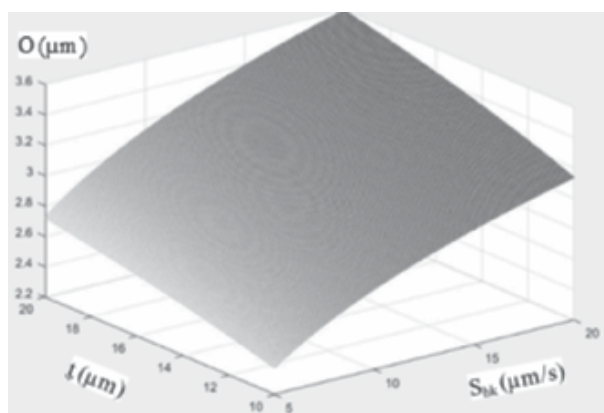
đồng đều về lượng dư theo chu vi bề mặt chi tiết mài sẽ tăng, do đó sai lệch độ tròn của bề mặt chi tiết rãnh lẩn vòng bạc ổ bi khi mài sẽ tăng theo như kết quả thực nghiệm thể hiện trên hình 4 khi tiến hành mài định hình rãnh lẩn vòng bạc trong của vòng bi cầu 6205 trên máy mài định hình đường lẩn 3MK136B với chế độ công nghệ như sau:

- Đá mài: 500x8x203A/WA100xLV60;
- Vận tốc cắt: $V_d = 60$ (m/s);
- Lượng chạy dao hướng kính khi mài thô: $S_{hk\text{ thô}} = 30$ ($\mu\text{m/s}$);
- Lượng chạy dao hướng kính khi mài tinh nằm trong khoảng: 5 ($\mu\text{m/s}$) $\leq S_{hk} \leq 20$ ($\mu\text{m/s}$);
- Tốc độ của phôi nằm trong khoảng: 6 (m/ph) $\leq V_{ct} \leq 18$ (m/ph);
- Lượng dư khi mài thô và mài tinh: $t_{tho} = 120$ μm ; $t_{tinh} = 10$ μm ;
- Thời gian trễ khi mài thô để thực hiện mài phát hoa lửa: $T = 1$ (s);
- Thời gian trễ khi mài tinh để thực hiện mài phát hoa lửa: $T = 2$ (s);
- Góc gá đặt hai giá đỡ và khoảng lệch tâm e: $\alpha = 10^\circ$, $\beta = 120^\circ$, $\gamma = 50^\circ$, $e = 0,4$ mm.



Hình 4. Đồ thị thể hiện mức độ ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng kính S_{hk} , vận tốc chi tiết V_{ct} đến độ ô van O của đường kính đáy rãnh lẩn vòng bạc ổ bi khi mài định hình vô tâm

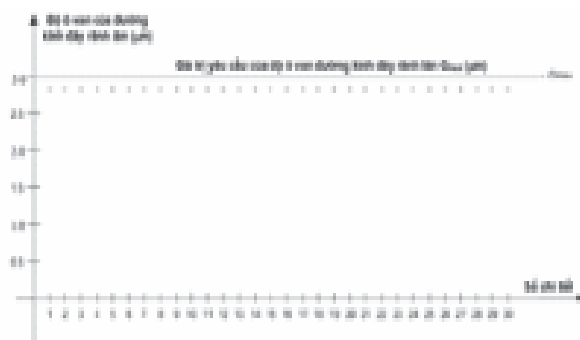
Ngoài ra, sai lệch độ tròn của đường kính đáy rãnh lẫn khi mài định hình vô tâm trên hai giá đỡ cố định cũng phụ thuộc vào lượng dư mài. Khi tăng lượng dư mài t thì độ ô van O của đường kính đáy rãnh lẫn khi mài sẽ tăng nhưng lượng tăng là không đáng kể. Điều đó chứng tỏ lượng dư mài ở đây ảnh hưởng không nhiều đến sai lệch độ tròn của chi tiết mài như kết quả thực nghiệm thể hiện trên hình số 5 khi tiến hành mài định hình rãnh lẫn vòng bạc trong của vòng bi cầu 6205 trên máy mài định hình đường lẫn 3MK136B với điều kiện thực nghiệm tương tự như trong thực nghiệm trước nhưng lượng dư mài tinh thay đổi nằm trong khoảng $10 (\mu\text{m}) \leq t \leq 20 (\mu\text{m})$.



Hình 5. Đồ thị thể hiện mức độ ảnh hưởng của lượng chạy dao hướng kính S_{hk} , chiều sâu mài t đến độ ô van O của đường kính đáy rãnh lẫn vòng bạc ổ bi khi mài định hình vô tâm

Bên cạnh đó, sai lệch độ tròn của đường kính đáy rãnh lẫn vòng bạc khi mài định hình vô tâm định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định cũng phụ thuộc vào độ lệch tâm e giữa tâm quay của phôi và tâm cực từ. Trong suốt quá trình mài ở đây, bề mặt gia công của vòng bạc phải luôn tiếp xúc với hai giá đỡ và đá mài. Độ chính xác hình dáng hình học của rãnh lẫn ở đây bị ảnh hưởng nhiều bởi độ ổn định của vòng bạc vòng bi trên các giá đỡ trong suốt quá trình mài. Để đảm bảo vị trí ổn định của phôi trong suốt quá

trình mài, thì tâm của phôi sẽ được đặt lệch so với tâm cực từ một khoảng là e . Điều này dẫn đến trong quá trình mài sẽ phát sinh vận tốc trượt tương đối của phôi dọc theo mặt cực từ để tạo ra lực đẩy (chính là lực ma sát F) nhằm ép bề mặt rãnh lẫn của phôi luôn tiếp xúc và tỳ vào các giá đỡ. Độ lớn của lực ma sát F này tỷ lệ thuận với độ lớn của lực ép phôi vào mặt cực từ Q và khoảng lệch tâm e . Lực ma sát này có phương vuông góc với đường thẳng nối tâm quay của cực từ và tâm quay của phôi. Đặc biệt độ lệch tâm e theo [5] nên được điều chỉnh với $\Delta y = \Delta z = 0,4 \text{ mm}$ là tốt nhất. Khi độ lệch tâm e tăng sẽ làm tăng độ mài mòn của mặt cực từ do quá trình trượt tăng lên. Khi giảm độ lệch tâm thì có nguy cơ trượt phôi ra khỏi hai giá đỡ, đặc biệt với những phôi có sai lệch hình dáng hình học lớn. Tuy nhiên, đối với trường hợp mài định hình vô tâm trên hai giá đỡ cố định thì sai lệch độ tròn của chi tiết mài sẽ không phụ thuộc vào số lượng chi tiết mài hay thời gian mài như kết quả thực nghiệm thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Sơ đồ phân bố độ ô van của đường kính đáy rãnh lẫn theo số chi tiết mài

Nhận xét: Với trường hợp mài định hình vô tâm trên hai giá đỡ cố định thì độ ô van của chi tiết phụ thuộc vào góc gá đặt hai giá đỡ, sai lệch hình dạng của phôi, khoảng lệch tâm e giữa tâm phôi với tâm cực từ, lượng dư mài, vận tốc của chi tiết và lượng chạy dao hướng kính.

3. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về công nghệ mài định hình vô tâm rãnh lăn vòng bạc ổ bi định vị chi tiết trên hai giá đỡ cố định. Trên cơ sở này, bài báo đã phân tích được ảnh hưởng của một số thông số công nghệ quan trọng đến sai lệch độ tròn của bề mặt rãnh lăn vòng bạc ổ bi, từ đó định hướng giúp người vận hành lựa chọn được các thông số công nghệ phù hợp để đảm bảo độ chính xác của chi tiết trong quá trình gia công chế tạo. ❖

Ngày nhận bài: 15/4/2024

Ngày phản biện: 03/5/2024

Tài liệu tham khảo:

[1]. Nguyễn Viết Tiếp, Vũ Toàn Thắng, Nguyễn Anh Tuấn; “Nghiên cứu công nghệ gia công vòng trong và ngoài của vòng bi 6205 và ảnh hưởng của lượng chạy dao ngang đến độ nhám bề mặt đối với nguyên công mài định hình rãnh lăn vòng bạc ổ bi”, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số tháng 1+2, 2005.

- [2]. Trịnh Chắt, Lê Văn Uyển; “*Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*”, Tập 1 và 2, NXB. Giáo dục Việt Nam, 2006.
- [3]. Nguyen Anh Tuan, “*Multi-objective Optimization of Process Parameters to Enhance Efficiency in the Shoe Type Centerless Grinding Operation for Internal Raceway of Ball Bearings*”, Volume 11 No.6 (June 2021), Article 893 (01-24).
- [4]. ИП. Кузнецов, “*Методы бесцентрового шлифования поверхностей тел вращения (деталей подшипников качения)*”. Специализированный информационный центр подшипниковой промышленности, 1970.
- [5]. Б.М. Бржозовский, О.В. Захаров, “*Обеспечение технологической надежности при бесцентровой абразивной обработке*”. Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное агентство по образованию, Саратовский государственный технический университет, 2010.