

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP MÀI CHÍNH XÁC MẶT TRƯỚC XOẮN VÍT ACSIMET CỦA DAO PHAY LĂN RĂNG

STUDYING THE SOLUTION FOR PRECISION GRINDING OF ACSIMET'S SPIRAL SCREW FRONT OF GEAR HOB

Phạm Vũ Dũng

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

Đến Tòa soạn ngày 05/01/2024, chấp nhận đăng ngày 26/01/2024

Tóm tắt: Trong số các loại dụng cụ gia công bánh răng, dao phay lăn răng (DPLR) là dụng cụ cắt đặc dụng, gia công đạt năng suất cao, có tính vạn năng rộng. Mặt trước DPLR là mặt xoắn vít Acsimet vuông (MXVAV). Mặt này được chọn làm mặt trước của DPLR vì nó đảm bảo thông số hợp lý của 2 lưỡi cắt bên và chiều cao prôfin dụng cụ thay đổi rất nhỏ, sau những lần mài sắc lại. Mài chính xác mặt trước là nguyên công rất cơ bản, quan trọng ảnh hưởng quyết định tới độ chính xác của DPLR và bánh răng gia công. Từ trước đến nay theo nhiều tài liệu, sau khi mài lại mặt trước dao phay lăn răng vẫn cho phép tồn tại độ lồi trên mặt trước (Δr) và vẫn chấp nhận có sai số nên khi gia công có ảnh hưởng đến prôfin của bánh răng sau khi gia công. Bài báo giới thiệu phương pháp tính toán và xây dựng mô hình công nghệ nhằm mài chính xác mặt trước MXVAV của dao phay lăn răng.

Từ khóa: Bề mặt xoắn vít, dao phay lăn răng, mài mặt trước dao phay lăn răng, gia công bánh răng...

Abstract: Among various types of gear machining tools, gear hob is a useful cutting tool, with high productivity and wide versatility. The front face of gear hob is the square Archimedes screw face. It is chosen as the front face of the gear hob because it ensures reasonable parameters of the two side cutting blades and the tool profile height changes very little, after re-sharpening. Precise grinding of the front face is a very basic and important operation that decisively affects the accuracy of the gear hob and machined gears. Up to now, according to many documents, after re-grinding the front surface of the gear hob, the convexity on the front surface (Δr) is still allowed to exist and errors are still accepted, so when machining it is affected. to the propin of the gear after machining. This article introduces the calculation method and builds the technology model to accurately grind the front face of the square Archimedes screw face of the gear hob.

Keywords: Screw surface, gear hob, grinding the front surface of gear hob, gear machining...

1. GIỚI THIỆU

Trong số các loại dụng cụ cắt răng, dao phay lăn răng (DPLR) là dụng cụ cắt đặc dụng, gia công đạt năng suất cao, có tính vạn năng rộng. Mặt trước DPLR và họ dao phay lăn (DPLR) của Việt Nam và của nhiều nước công nghiệp là mặt xoắn vít Acsimet vuông (MXVAV). Do mặt này được chọn làm mặt trước của (DPLR)

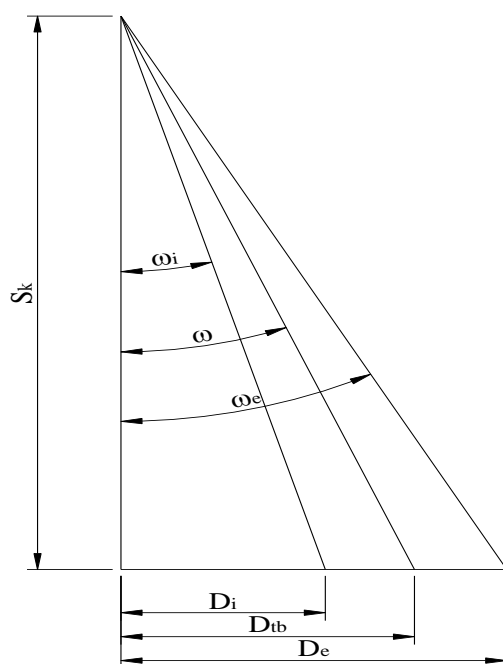
vì nó đảm bảo thông số hợp lý của 2 lưỡi cắt bên và chiều cao prôfin dụng cụ thay đổi rất nhỏ, sau những lần mài sắc lại.

Trải qua thời gian dài, khoa học và công nghệ nước ta chưa có giải pháp mài chính xác mặt xoắn vít này. Có rất nhiều tài liệu đã giới thiệu [5] mặt trước của DPLR sau khi được mài lại đã bị cắt lẹm, có tồn tại độ lồi Δr trên mặt

trước. Việc nghiên cứu mài chính xác mặt xoắn vít này là yêu cầu cần thiết.

2. NỘI DUNG

Mài chính xác mặt trước DPLR là nguyên công rất cơ bản, quan trọng ảnh hưởng quyết định tới độ chính xác của DPLR và bánh răng. Có rất nhiều tài liệu đã giới thiệu mặt trước của DPLR sau khi được mài lại đã bị cắt lẹm, có tồn tại độ lồi Δr trên mặt trước, xem sự tồn tại độ lồi Δr như một sự tất nhiên, xem trị số không thể loại bỏ được. Trị số Δr cho phép, ghi trong các tiêu chuẩn Việt Nam 16TCVN384-85 và Liên Xô roct 9324-80E lên tới hàng chục μm . Mặt xoắn vít là mặt khá phức tạp nhưng ngành cơ khí lại sử dụng rất nhiều. Vì vậy việc xây dựng lý thuyết tạo hình đúng, giải pháp công nghệ thích hợp để chế tạo chính xác các mặt xoắn vít này là rất cần thiết.



2.1. Nguyên nhân gây sai số

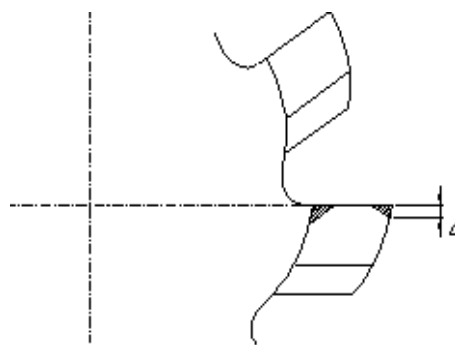
Hình 1. Đường vít khai triển góc nghiêng khác nhau
 $\omega_e; \omega; \omega_i$

- Mặt xoắn vít có bước là S_k .

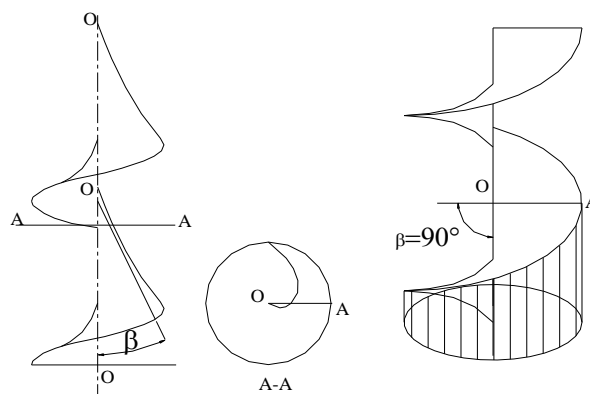
▪ Góc nghiêng ở đường kính trung bình là ω . Khi điều chỉnh đá để mặt côn làm việc tiếp tuyến với mặt xoắn vít, cần phải xoay trục đá đi một góc ω ứng với góc ω của đường kính trung bình của dao là tiếp tuyến với mặt côn của đá.

▪ Các đường vít khác không thể tiếp tuyến với mặt côn của đá mà lại cắt mặt côn của đá, do đó quá trình mài sẽ cắt lẹm vào mặt trước gây ra hiện tượng lồi mặt trước khi mài sắc [5].

▪ Mài chính xác mặt trước là nguyên công rất cơ bản, quan trọng, ảnh hưởng quyết định tới độ chính xác của dao phay lăn răng và chất lượng bánh răng.



Hình 2. Hiện tượng cắt lẹm khi mài mặt trước [2]



Hình 3. Mặt xoắn vít Acsimet

2.2. Giới thiệu phương pháp nghiên cứu

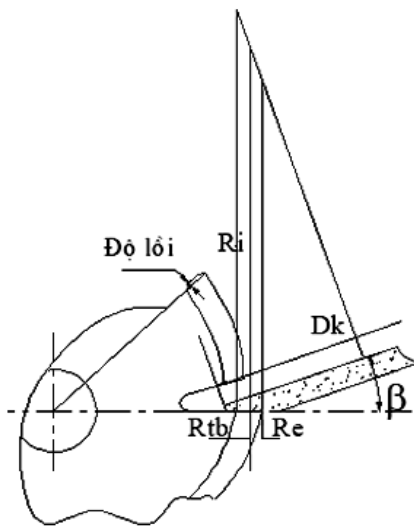
Mặt xoắn vít là mặt khá phức tạp nhưng ngành cơ khí lại sử dụng rất nhiều. Vì vậy việc xây dựng lý thuyết tạo hình đúng đắn, giải pháp công nghệ thích hợp để chế tạo

chính xác các mặt xoắn vít này là rất cần thiết. Để đáp ứng yêu cầu trên cần nghiên cứu kỹ lý thuyết và công nghệ bề mặt này. Nội dung của phương pháp này như sau:

2.2.1. Dùng phương pháp giải tích tổng quát

- **Bước 1.** Thành lập chuyển động tương đối giữa chi tiết và dụng cụ theo qui luật cho trước.
- **Bước 2.** Tìm họ mặt chi tiết khi cho chi tiết chuyển động quanh dụng cụ theo một qui luật cho trước.
- **Bước 3.** Tìm mặt bao của họ mặt chi tiết mặt khởi thủy.
- **Bước 4.** Tìm giao tuyến của mặt bao và mặt phẳng chứa trục dụng cụ sẽ được prôfin dụng cụ.

Nói chung theo cách này thường rất dài, phức tạp. Nhiều bài toán rất khó rút gọn nên khó kết luận có được hay không một mặt bao của họ chi tiết đã cho.



Hình 4. Mặt trước dao phay lăn răng bị cắt lẹm, có độ lồi sau khi mài sắc lại

Để xây dựng lý thuyết gia công bao hình không có tâm tích thật cơ bản, chính xác để áp dụng, ta dựa vào những cơ sở hình học sau đây:

1. Tại một điểm bất kì ở bề mặt tròn xoay

2.2.2. Phương pháp tính trực tiếp, không cần tìm phương trình mặt khởi thủy

Từ trước tới nay, trong lý thuyết gia công tạo hình nhiệm vụ tìm mặt khởi thủy (mặt bao) là bắt buộc. Nhưng trong bài báo này dùng con đường tắt là tính trực tiếp prôfin dụng cụ mà không cần tìm mặt khởi thủy.

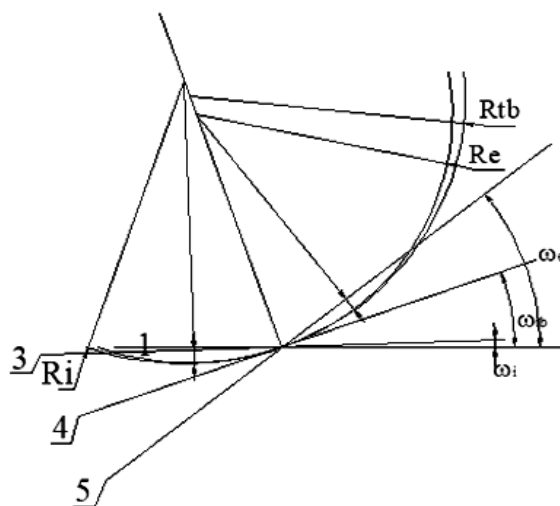
2.3. Giải quyết bài toán

Nhiệm vụ tìm

- Ít nhất một mặt định hình tròn xoay tiếp xúc với mặt MXVAV.
- Mở rộng: có vô số mặt gia công được MXVAV.

2.3.1. Tìm đường tạo hình (đường tiếp xúc)

Lý thuyết tạo hình mặt xoắn vít bằng bề mặt khởi thủy dạng tròn xoay là lý thuyết gia công bao hình không tâm tích, theo đó mỗi điểm lần lượt của prôfin chi tiết được tạo hình chỉ bằng một điểm của prôfin dụng cụ.



luôn có một pháp tuyến và một mặt phẳng tiếp tuyến. Mọi pháp tuyến của mặt tròn xoay đều cắt trục của nó.

2. Tại một điểm bất kì của mặt xoắn vít Acsimet, bao giờ cũng có một pháp tuyến và

mặt phẳng tiếp tuyến.

3. MXVAV có thông số xoắn vít $p = \text{const}$ và mặt tròn xoay chỉ tiếp xúc với nhau tại điểm mà hai vectơ pháp của hai mặt này trùng nhau.

2.3.2. Chọn hệ tọa độ, vị trí khảo sát đá mài DPLR

Hệ tọa độ thuận $oxyz$ vuông góc, DPLR đá mài được biểu diễn ở hình 5. Trục $oz \equiv$ trục dao, trục ox đi qua mặt trước. DPLR có đường kính ngoài, trung bình, chân là: D_c, D_{tb}, D_i góc xoắn trên D_{tb} là ω . Đá mài có profin định hình, đường kính lớn D_d . Trục đá thuộc mặt phẳng oxy, cắt trục ox ở tọa độ $x = W$, hợp với trục ox một góc θ° . Chọn vị trí khảo sát này là dễ vận hành hơn so với [7], [8], [9] (vì không cần quay các đường sinh của hình côn phụ).

2.3.3. Phương trình MXXVAV

Từ hình 4 ta viết được phương trình

$$\begin{cases} X = t \cos \varphi \\ Y = t \sin \varphi \\ Z = p \cdot \varphi \end{cases} \quad (1)$$

Ở đây: φ - góc quay của đường sinh Δ , tính bằng độ hoặc radian;

t - tọa độ dài của một điểm chạy trên đường sinh Δ , tính theo mm;

$p = \text{const}$ thông số xoắn vít của mặt xoắn vít này.

2.3.4. Pháp tuyến với MXVAV

Phương trình:

$$\vec{N} = \vec{N}_t \times \vec{N}_\varphi \quad (2)$$

Với:

$\vec{N}_t, \vec{N}_\varphi$: hai vectơ pháp tuyến với 2 lưới đường t và φ , có các thành phần tọa độ

$$\begin{cases} N_t = (\frac{\partial x}{\partial t} = \cos \varphi; \frac{\partial y}{\partial t} = \sin \varphi; \frac{\partial z}{\partial t} = 0) \\ N_\varphi = (\frac{\partial x}{\partial \varphi} = -t \sin \varphi; \frac{\partial y}{\partial \varphi} = t \cos \varphi; \frac{\partial z}{\partial \varphi} = p) \end{cases} \quad (3)$$

Thay (3) vào (2) và đơn giản ta có:

$$N = p \sin \varphi \cdot i - p \cos \varphi \cdot j + t_k \quad (4)$$

Từ (4) thấy rõ MXVAV là mặt xoắn vít không khả triển.

Từ đây, phương trình đường thẳng pháp tuyến với mặt trước đi qua điểm $M_{\varphi, t}$ có dạng:

$$\frac{x - t \cos \varphi}{p \cdot \sin \varphi} = \frac{y - t \sin \varphi}{-p \cos \varphi} = \frac{z - p \cdot \varphi}{t} \quad (5)$$

Ở đây: $l_1 = p \sin \varphi$; $m_1 = -p \cos \varphi$; $n_1 = t$ là cosin chỉ phương của (5) và ox, oy, oz .

2.3.5. Phương trình trục đá mài

$$\text{Phương trình: } \frac{x - x_{oz}}{\cos \theta} = \frac{y}{\sin \theta} = \frac{z}{0} \quad (6)$$

Ở đây: $l_2 = \cos \theta$; $m_2 = \sin \theta$; $n_2 = 0$ là cosin chỉ phương của (6) và ox, oy, oz

2.3.6. Điều kiện giao nhau của pháp tuyến và trục đá mài

Điều kiện khoảng cách δ giữa (5) và (6) bằng 0.

$$\delta = \frac{\pm \begin{vmatrix} x_M - x_F & y_M - y_F & z_M - z_F \\ l_1 & m_1 & n_1 \\ l_2 & m_2 & n_2 \end{vmatrix}}{\sqrt{\begin{vmatrix} l_1 & m_1 \\ l_2 & m_2 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} m_1 & n_1 \\ m_2 & n_2 \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} n_1 & l_1 \\ n_2 & l_2 \end{vmatrix}^2}} = \frac{A}{B} \quad (7)$$

Thay các trị số vào biểu thức (7) muốn có $\delta = 0$ ta cho $A = 0$.

$$A = \begin{vmatrix} t \cos \varphi - w \dots t \sin \varphi \dots p \varphi \\ p \sin \varphi \dots - p \cos \varphi \dots t \\ \cos \varphi \dots \sin \varphi \dots 0 \end{vmatrix} = 0 \quad (8)$$

Sau khi tính ta được: $A = at^2 + bt + c = 0$

Ở đây các hệ số: $a = \sin(\varphi - \theta)$; $b = W \cdot \sin \theta$;

$c = p^2 \varphi \cdot \cos(\varphi - \theta)$. Đặt $\Delta = b^2 - 4ac$

Điều kiện $\Delta > 0$

Nghiệm chung là: $t = \frac{-W \cdot \sin \theta \pm \sqrt{\Delta}}{2 \cdot \sin(\varphi - \theta)}$

Nghiệm thích hợp: $t = \frac{-W \cdot \sin \theta + \sqrt{\Delta}}{2 \cdot \sin(\varphi - \theta)}$ (9)

(Qua kiểm nghiệm trị số $+\sqrt{\Delta}$ cho kết quả phù hợp với miền tạo hình). Trị số $-\sqrt{\Delta}$ cho trị số đối diện với đỉnh côn mài, không phù hợp. Điểm $M_{\varphi, t}$ có tọa độ φ, t thỏa mãn (9) là điểm được tạo hình.

2.3.7. Phương trình đường tạo hình

Đường tạo hình là tập hợp các điểm được tạo hình, là sự tổ hợp của (1) và (9)

$$\begin{cases} t = \frac{-w \sin \theta + \sqrt{\Delta}}{2 \sin(\varphi - \theta)} \\ x = t \cdot \cos \varphi \\ y = t \sin \varphi \\ z = p \cdot \varphi \end{cases} \quad (10)$$

Miền lấy nghiệm tham số t : $R_i \leq t \leq R_e$.

Tham số φ liên hệ với t theo (9).

2.3.8. Kết luận 1

Tìm được đường tạo hình (10) là có thật, là đích thứ nhất của bài toán.

2.4. Xác định profil đá mài

Đường tạo hình (10) viết trong hệ tọa độ $oxyz$ gắn với DPLR. Để xác định tọa độ profil đá mài, bằng phép chuyển hệ tọa độ hai lần, ta chuyển các tọa độ x, y, z của đường tạo hình (10) từ hệ $oxyz$ sang hệ tọa độ $o_1x_1y_1z_1$ tiếp đến sang hệ $o_2x_2y_2z_2$ có trục $y_2z_2 \equiv$ trục đá mài, như hình (4) biểu thức tính như sau:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ -\cos \theta & -\sin \theta & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

Và:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & F \sin \theta \\ 0 & 0 & 1 & F \cos \theta \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix}$$

Khai triển ta được

$$\begin{cases} x_2 = p \cdot \varphi \\ y_2 = t \cdot \sin(\varphi - \theta) + w \cdot \sin \theta \\ z_2 = -t \cos(\varphi - \theta) + w \cos \theta \end{cases} \quad (11)$$

Mục tiêu của đề tài là profil đá mài, ở đây ta lại gặp bài toán cần phải chọn lựa. Có hai phương pháp tìm profil đặc trưng.

2.4.1. Phương pháp tổng quát truyền thống

▪ **Bước 1:** Cho đường tạo hình (11) đường cong không gian trong hệ $o_2x_2y_2z_2$ quay tròn quanh trục o_2z_2 sẽ tạo ra mặt định hình tròn xoay của đá mài - là mặt khởi thủy.

▪ **Bước 2:** Cắt mặt khởi thủy bằng mặt phẳng chứa trục o_2z_2 giao tuyến là profil đặc trưng của đá mài. Nhận xét phương pháp này không ngắn gọn.

2.4.2. Phương pháp suy diễn trực tiếp

Có thể suy diễn như sau: đường tạo hình (11) thuộc mặt định hình tròn xoay, có tọa độ z_2 đơn điệu, mỗi tọa độ z_2 có một cặp x_2, y_2 hay một số bán kính $R = \sqrt{(x_2^2 + y_2^2)}$ xác định.

Nếu biểu diễn quan hệ $R = f(z_2)$ lên mặt phẳng, một trục là R , trục kia là z_2 đường cong $R = f(z_2)$ chính là profil đặc trưng của mặt tròn xoay (hình 5) hệ phương trình biểu diễn:

$$\begin{cases} z_2 = f(t, \varphi) = -t \cos(\varphi - \theta) + w \cos \theta \\ R = g(x_2, y_2) = \sqrt{x_2^2 + y_2^2} \end{cases} \quad (12)$$

Giá trị t, φ lấy theo (10), x_2, y_2 lấy theo (11).

Kết luận 2: Tìm được profil đá mài (12) mà không cần tìm mặt khởi thủy.

3. ỨNG DỤNG

3.1. Tính toán lý thuyết

3.1.1. Số liệu ban đầu, cho trước (mm)

a - Dao phay lăn răng [2]

Môđun $m=5$, $D_c=95,9$, $D_{tb}=81,902$, $D_i=70,9$ góc xoắn trên D_{tb} ; $\omega=30^\circ30'$ chiều cao $h=2,5$; $m=12$. Bước xoắn của mặt trước:

$$T = \pi D_{tb} \cot \omega = 4206,862.$$

Thông số xoắn vít của mặt trước:

$$p = T / 2\pi = 669,543$$

b - Đá mài có dạng côn ở đỉnh:

$D_d=150$, góc prôfin $\beta=15^\circ$ góc côn ở đỉnh $\theta = 75^\circ$

C - Vị trí gá đặt ban đầu: đỉnh đá mài tiếp xúc với mặt trước ở điểm I, thấp hơn điểm chân răng F một khoảng:

$$FI = 4 \div 5 W = 0,5 D_i - (4 \div 5) + R_d / \sin \theta \approx 108.$$

3.1.2. Tính cụ thể

Dùng phương pháp tính theo cách loại dần, ta nhanh chóng tìm được miền tọa độ $M(\varphi, t)$ theo biểu thức (10) có góc φ từ $(-1^\circ14'$ đến $-1^\circ32')$. Bán kính t lấy rộng hơn cho hợp lý và an toàn, từ 30,900 đến 51,654 tương ứng với bán kính DPLR từ $R_i = 35,45$ đến $R_e = 47,95$. Kết quả tính tọa độ đường tạo hình (10), prôfin đá mài (12) được ghi trong bảng 1. Kết quả rất phù hợp. Biểu đồ prôfin đá mài xem (hình 6).

Điểm 1: $X_2 = p \cdot \varphi = 669,543 \cdot (-0,0215217) = -14,412$ (mm).

$$Y_2 = t \cdot \sin(\varphi - \theta) + W \cdot \sin \theta = 30,9 \cdot \sin(-1,2333 - 75) + 108 \cdot \sin 75^\circ = 74,308$$
 (mm).

$$R = \sqrt{(-14,412)^2 + 74,308^2} = 75,692$$
 (mm).

$$Z_2 = -t \cdot \cos(\varphi - \theta) - W \cdot \cos \theta = 20,599$$
 (mm).

Điểm 2: $X_2 = p \cdot \varphi = 669,543 \cdot (-0,0221075) = -14,802$ (mm).

$$Y_2 = t \cdot \sin(\varphi - \theta) + W \cdot \sin \theta =$$

$$30,9 \cdot \sin(-1,2667 - 75) + 108 \cdot \sin 75^\circ = 73,020$$
 (mm).

$$R = \sqrt{(-14,802)^2 + 73,020^2} = 74,505$$
 (mm).

$$Z_2 = -t \cdot \cos(\varphi - \theta) - W \cdot \cos \theta = 20,303$$
 (mm).

Điểm 3: $X_2 = p \cdot \varphi = 669,543 \cdot (-0,0226893) = -15,191$ (mm).

$$Y_2 = t \cdot \sin(\varphi - \theta) + W \cdot \sin \theta = 30,9 \cdot \sin(-1,3 - 75) + 108 \cdot \sin 75^\circ = 71,659$$
 (mm).

$$R = \sqrt{(-15,191)^2 + 71,659^2} = 73,251$$
 (mm).

$$Z_2 = -t \cdot \cos(\varphi - \theta) - W \cdot \cos \theta = 19,990$$
 (mm).

Điểm 4: $X_2 = p \cdot \varphi = 669,543 \cdot (-0,0232711) = -15,581$ (mm).

$$Y_2 = t \cdot \sin(\varphi - \theta) + W \cdot \sin \theta = 30,9 \cdot \sin(-1,33 - 75) + 108 \cdot \sin 75^\circ = 70,205$$
 (mm).

$$R = \sqrt{(-15,581)^2 + 70,205^2} = 771,913$$
 (mm).

$$Z_2 = -t \cdot \cos(\varphi - \theta) - W \cdot \cos \theta = 19,657$$
 (mm).

Điểm 5: $X_2 = p \cdot \varphi = 669,543 \cdot 0,0238528 = -15,970$ (mm).

$$Y_2 = t \cdot \sin(\varphi - \theta) + W \cdot \sin \theta = 30,9 \cdot \sin(-1,367 - 75) + 108 \cdot \sin 75^\circ = 68,631$$
 (mm).

$$R = \sqrt{(-15,970)^2 + 68,631^2} = 70,465$$
 (mm).

$$Z_2 = -t \cdot \cos(\varphi - \theta) - W \cdot \cos \theta = 19,296$$
 (mm).

Điểm 6: $X_2 = p \cdot \varphi = 669,543 \cdot (-0,0244346) = -16,360$ (mm).

$$Y_2 = t \cdot \sin(\varphi - \theta) + W \cdot \sin \theta = 30,9 \cdot \sin(-1,4 - 75) + 108 \cdot \sin 75^\circ = 66,898$$
 (mm).

$$R = \sqrt{(-16,360)^2 + 66,898^2} = 68,869$$
 (mm).

$$Z_2 = -t \cdot \cos(\varphi - \theta) - W \cdot \cos \theta = 18,898$$
 (mm).

Điểm 7: $X_2 = p \cdot \varphi = 669,543 \cdot (-0,0250164) = -16,750$ (mm).

$$Y_2 = t \cdot \sin(\varphi - \theta) + W \cdot \sin \theta = 30,9 \cdot \sin(-1,433 - 75) + 108 \cdot \sin 75^\circ = 64,942$$
 (mm).

$$R = \sqrt{(-16,750)^2 + 64,942^2} = 67,067 \text{ (mm)}.$$

$$Z_2 = -t. \cos(\varphi - \theta) - W. \cos \theta = 18,450 \text{ (mm)}.$$

Điểm 8: $X_2 = p. \varphi = 669,543. (-0,0255982) = -17,139 \text{ (mm)}.$

$$Y_2 = t. \sin(\varphi - \theta) + W. \sin \theta = 30,9. \sin(-1,1466-75) + 108. \sin 75 = 62,642 \text{ (mm)}.$$

$$R = \sqrt{(-17,139)^2 + 62,642^2} = 64,944 \text{ (mm)}.$$

$$Z_2 = -t. \cos(\varphi - \theta) - W. \cos \theta = 17,920 \text{ (mm)}.$$

Điểm 9: $X_2 = p. \varphi = 669,543. (-0,0261799) = -17,529 \text{ (mm)}.$

$$Y_2 = t. \sin(\varphi - \theta) + W. \sin \theta = 30,9. \sin(-1,5-75) + 108. \sin 75 = 59,684 \text{ (mm)}.$$

$$R = \sqrt{(-17,529)^2 + 59,684^2} = 62,205 \text{ (mm)}.$$

$$Z_2 = -t. \cos(\varphi - \theta) - W. \cos \theta = 117,236 \text{ (mm)}.$$

Điểm 10: $X_2 = p. \varphi = 669,543. (-0,0267617) = -17,198 \text{ (mm)}.$

$$Y_2 = t. \sin(\varphi - \theta) + W. \sin \theta = 30,9. \sin(-1,153-75) + 108. \sin 75 = 55,020 \text{ (mm)}$$

$$R = \sqrt{(-17,198)^2 + 55,020^2} = 57,864 \text{ (mm)}$$

$$Z_2 = -t. \cos(\varphi - \theta) - W. \cos \theta = 16,146 \text{ (mm)}.$$

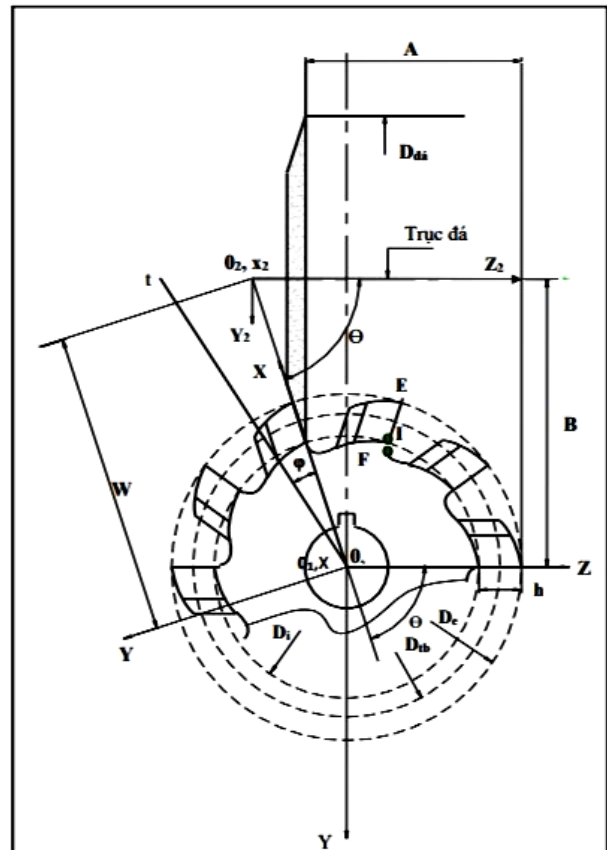
3.2. Công nghệ mài mặt trước

1. Chuẩn bị ban đầu:

- Sửa đá theo đường tọa độ ở hình 6.
- Tính $B = W. \sin 75^0 = 104,320 \text{ mm}$; $A = 0,5 D_e + (W - 0,5 R_d \cos 15^0) \sin 15^0 = 57,153 \text{ mm}$
- Quay DPLR để mặt trước áp mặt đá.

2. Tiến hành mài:

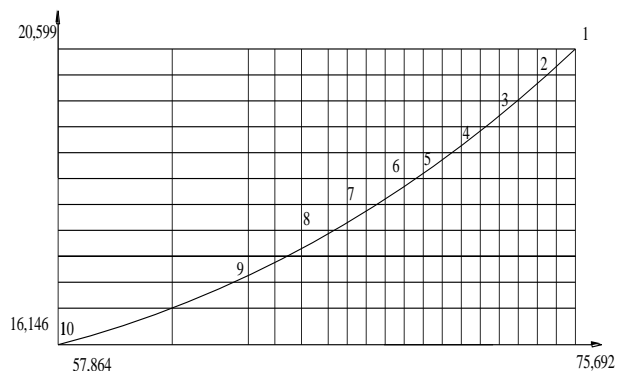
Phần này do kỹ sư và công nhân thực hiện. Lưu ý khi mài đá bị mòn prôfin đá phụ thuộc vào D_d nên cần điều chỉnh A (khoảng cách trục) cho phù hợp.



Hình 5. Mô hình mài mặt trước xoắn vít của dao phay lăn răng

Bảng 1. Tọa độ đường tạo hình trên mặt trước và prôfin đặc trưng của đá mài

Điểm	Tọa độ đường tạo hình trên mặt trước				Tọa độ prôfin đặc trưng của đá mài			
	φ^0	φ^{rad}	t, mm	Z, mm	Y ₂ , mm	X ₂ , mm	R, mm	Z ₂ , mm
1	-1°14'	-0,0215257	30,900	14,412	74,308	14,412	75,692	20,599
2	-1°16'	-0,0221075	32,221	14,802	73,020	14,802	74,505	20,303
3	-1°18'	-0,0226893	33,617	15,191	71,659	15,191	73,251	19,990
4	-1°20'	-0,0232711	35,109	15,581	70,205	15,581	71,913	19,657
5	-1°22'	-0,0238528	36,724	15,970	68,631	15,970	70,465	19,296
6	-1°24'	-0,0244346	38,502	16,360	66,898	16,360	68,869	18,898
7	-1°26'	-0,0250164	40,508	16,750	64,942	16,750	67,067	18,450
8	-1°28'	-0,0255982	42,868	17,139	62,642	17,139	64,944	17,920
9	-1°30'	-0,0261799	45,904	17,529	59,684	17,529	62,205	17,236
10	-1°32'	-0,0267617	50,694	17,918	55,020	17,918	57,864	16,146



Hình 6. Đồ thị prôfin đặc trưng của đá mài

4. THẢO LUẬN KẾT QUẢ

- Đã xây dựng được đường tạo hình (10) là có thật, là đích thứ nhất của bài toán.
- Tìm được profin đá mài (12) để mài chính xác mặt trước xoắn vít của dao phay lăn răng, mà không cần tìm mặt khởi thủy.
- Khả năng mài chính xác MXVAV là hiện thực, khả thi, ta có công thức đường tạo hình (10), profin dụng cụ (12) để sử dụng.
- Các công thức (10), (12) có tính vạn năng rộng. Khi cỡ dao, đá mài thay đổi, profin đá mài cũng thay đổi theo (vô số).

5. KẾT LUẬN

- Đã xây dựng công thức toán học (10), (12) và xây dựng mô hình mài chính xác mặt trước DPLR (hình 5).
- Sau khi mài, kiểm tra mặt trước cũng có thể không hướng qua tâm. Điều này do trình độ ứng dụng, không phải do lý thuyết.
 - Kết quả nghiên cứu góp phần vào kỹ thuật tạo hình các bề mặt phức tạp trong cơ khí - CTM.
 - Công nghệ này loại bỏ được hiện tượng cắt lẹm và độ lồi (Δr) trên mặt trước khi mài mặt trước DPLR.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Vũ Dũng “Nghiên cứu ảnh hưởng độ mòn của dụng cụ đến chất lượng bề mặt biên dạng profin răng của bánh răng khi gia công bằng dao phay lăn răng”, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học KTCN Thái Nguyên (2007).
- [2] Trần Văn Địch và các tác giả “Thiết kế dụng cụ gia công răng”, trang 92-99, NXB Khoa học và Kỹ thuật (2004).
- [3] Trần Văn Địch “Công nghệ chế tạo bánh răng”, trang 61-65, NXB Khoa học và Kỹ thuật (2006).
- [4] Bành Tiến Long và các tác giả “Thiết kế dụng cụ cắt răng” trang 54-59, (2012).
- [5] Trần Thế Lục và các tác giả “Công nghệ tạo hình các bề mặt dụng cụ công nghiệp”, trang 51-62, NXB Khoa học và Kỹ thuật (2004).
- [6] Trịnh Văn Tự và các tác giả “Thiết kế dụng cụ cắt kim loại” trang 43-52, Đại học Bách Khoa Hà Nội (1976).
- [7] “Tiêu chuẩn của Việt Nam về dao phay lăn răng”, trang 6-8, 16TCN384 - 1985.
- [8] “Tiêu chuẩn Liên xô về Dao phay lăn răng” trang 10 -12, rOCT 9324-80 E. (2005).
- [9] Trịnh Khắc Nghiêm “Nguyên lý và dụng cụ cắt”, trang 82-89; Trường Đại học KTCN Thái Nguyên (2012).

Thông tin liên hệ: **Phạm Vũ Dũng**

Điện thoại: 0912703855 - Email: pvdung@uneti.edu.vn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp.

-
-