

# Một thiết kế mới của bơm Lobe dựa trên nguyên lý ăn khớp của cặp bánh răng elíp

Nguyễn Hồng Thái\*, Nguyễn Duy Long



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày về một thiết kế rôto mới của bơm Lobe kiểu bánh răng xyclôit ăn khớp ngoài được dẫn động bằng cặp bánh răng elíp. Rôto mới là một bánh răng elíp có bốn răng với biên dạng là đường xyclôit cải tiến. Đường cong này được hình thành từ một điểm cố định trên đường tròn sinh, khi đường tròn này lăn không trượt trên elíp lẩn của rôto. Điều kiện hình thành biên dạng đỉnh và chân rôto cũng được xét đến. Các góc giới hạn cung biên dạng đỉnh và chân rôto được xác định thông qua một thuật toán lặp theo điều kiện lăn không trượt của đường tròn sinh lăn không trượt trên đường elíp cơ sở của rôto. Từ đó tiến hành xác định các thông số thiết kế bơm theo thông số thiết kế đặc trưng hình thành biên dạng rôto. Lưu lượng của bơm được xác định thông qua diện tích tiết diện khoang đong trên mặt cắt vuông góc với trục bơm. Trên cơ sở đó một chương trình Matlab được viết từ mô hình toán học được thiết lập bởi bài báo để tính toán thiết kế rôto. Ngoài ra, bài báo cũng tiến hành khảo sát ảnh hưởng của hệ số  $\lambda$  (bán trục nhỏ/bán trục lớn của elíp lẩn của rôto) đến lưu lượng trung bình và khoảng cách trục. Kết quả khảo sát cho thấy bản thiết kế ở  $\lambda = 0,5$  lưu lượng lớn hơn 52,17% và khoảng cách trục giảm 21,43% so với bản thiết kế truyền thống ở  $\lambda = 1$  đây chính là ưu điểm của thiết kế mới được đề xuất bởi nghiên cứu này.

**Từ khoá:** Bơm Lobe, bánh răng e líp, bánh răng không tròn, rôto, lưu lượng

## ĐẶT VẤN ĐỀ

Máy thủy lực thể tích rôto kiểu Roots là loại máy được hình thành theo nguyên lý dẫn động của cặp bánh răng ăn khớp ngoài, lần đầu tiên được đưa vào ứng dụng trong hệ thống thông hơi hầm lò ở Mỹ và bằng sáng chế đầu tiên về loại máy này được cấp cho anh em nhà Roots vào năm 1860<sup>1</sup>. Từ đó đến nay loại máy này đã được ứng dụng trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau như: máy hút chân không, các hệ thống vận chuyển bằng khí, các hệ thống cung cấp khí, vận chuyển chất lỏng có độ nhớt cao v.v.. và tồn tại với hai tên gọi là máy kiểu Roots (rôto chỉ có hai răng) và Lobe (rôto có từ 3 răng trở lên). Do đó đây là một chủ đề nghiên cứu của nhiều nhà khoa học từ năm 1860 cho đến nay, nhằm hoàn thiện lý thuyết thiết kế, cũng như cải tiến để nâng cao chất lượng và phù hợp với từng ứng dụng cụ thể. Vì vậy, mà cho đến nay đã có rất nhiều sáng chế trên thế giới được cấp cho loại máy này, mỗi sáng chế là một cải tiến khác nhau. Trong các nghiên cứu, cải tiến thì hướng nghiên cứu cải tiến biên dạng rôto để tăng hiệu suất là hướng có nhiều nghiên cứu và sáng chế nhất. Trong đó phải kể đến: Kang, Vu (2014)<sup>2</sup> đã đưa ra giải pháp cải tiến biên dạng mà Litvin<sup>3</sup> đã đề xuất thành biên dạng mới để làm tăng 55% hiệu suất so với bơm nguyên bản;

Hsieh<sup>4-6</sup> đã đề xuất biên dạng mới bằng cách thay thế đường tròn sinh bằng elíp sinh lăn không trượt phía ngoài đường tròn lăn theo nguyên lý hình thành đường cong epixyclôit và hypoxyclôit. Ở trong nước cũng đã có một số nghiên cứu cải tiến nhưng chủ yếu là cho loại máy thủy lực thể tích kiểu Roots, rôto có hai răng<sup>7-12</sup> có lưu lượng lớn và áp suất nhỏ phù hợp cho thiết kế các loại quạt thổi. Để phát triển một loại máy thể tích rôto ăn khớp ngoài có áp suất lớn hơn phục vụ cho mục đích làm bơm, trong nghiên cứu này chúng tôi đề xuất một thiết kế rôto mới cho bơm Lobe, trong đó mỗi rôto có 4 răng được dẫn động theo nguyên lý bánh răng ô van tựa elíp.

Để giải quyết vấn đề nêu trên trong bài báo này chúng tôi giải quyết các vấn đề: (1) Xác định các điều kiện hình thành biên dạng rôto mới; (2) Thiết lập biểu thức giải tích xác định lưu lượng; (3) Đánh giá ảnh hưởng của hệ số  $\lambda = b/a$  ( $a$  là bán trục lớn,  $b$  là bán trục nhỏ của đường elíp lẩn của rôto). Trong đó rôto 1, rôto 2 là hai bánh răng ô van tựa elíp có 4 răng với biên dạng rôto là đường xyclôit cải tiến của elíp lẩn và dẫn động bằng cặp bánh răng ô van tựa elíp có cùng đường lẩn với cặp rôto như được mô tả trên Hình 1.

Viện Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

### Liên hệ

Nguyễn Hồng Thái, Viện Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Email: thai.nguyenhong@hust.edu.vn

### Lịch sử

- Ngày nhận: 18-9-2020
- Ngày chấp nhận: 25-02-2021
- Ngày đăng: 25-4-2021

DOI: 10.32508/stdjet.v4i2.769

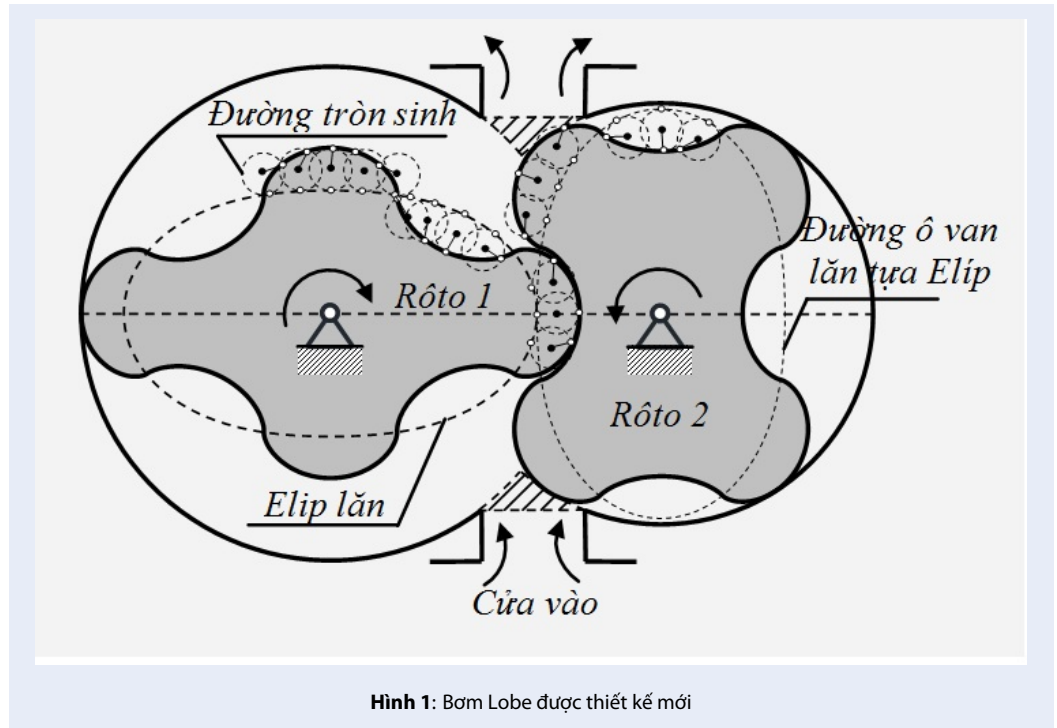


### Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Trích dẫn bài báo này:** Thái N H, Long N D. Một thiết kế mới của bơm Lobe dựa trên nguyên lý ăn khớp của cặp bánh răng elíp. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 4(2):861-871.



Hình 1: Bơm Lobe được thiết kế mới

## PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ RÔTO MỚI CỦA BƠM LOBE

### Phương trình biên dạng rôto mới

Từ Hình 1 biên dạng Rôto bao gồm hai phần đó là: (a) *Biên dạng đỉnh rôto* được hình thành từ một điểm cố định trên đường tròn sinh  $\{\Sigma_{GC}\}$ , khi  $\{\Sigma_{GC}\}$  lăn không trượt phía ngoài đường elíp lăn  $\{\Sigma_E\}$  của rôto được gọi là đường *epicyclôit cải tiến*; (b) *Biên dạng chân rôto* được hình thành từ một điểm cố định trên đường tròn sinh  $\{\Sigma_{GC}\}$ , khi  $\{\Sigma_{GC}\}$  lăn không trượt phía trong đường elíp lăn  $\{\Sigma_E\}$  của rôto được gọi là đường *hypocyclôit cải tiến*;

### Phương trình đường cong biên dạng đỉnh rôto

Từ Hình 2 và định nghĩa nêu trên, theo<sup>10</sup> phương trình biên dạng đỉnh  $\Gamma_{dR}$  rôto được cho bởi:

$$r_{\Gamma_{dR}} = \begin{bmatrix} r \cos(\psi(\theta) + \xi(\theta)) + r \cos \xi(\theta) + x_E(\theta) \\ r \sin(\psi(\theta) + \xi(\theta)) + r \sin \xi(\theta) + y_E(\theta) \\ 0 \end{bmatrix}$$

Trong đó:

$$\psi(\theta) = \frac{1}{r} \int_0^\theta \left[ \left( \frac{\partial x_E(\theta)}{\partial \theta} \right)^2 + \left( \frac{\partial y_E(\theta)}{\partial \theta} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} d\theta;$$

$\xi(\theta) = \tan^{-1} \left( \frac{-\partial x_E(\theta)/\partial \theta}{-\partial y_E(\theta)/\partial \theta} \right)$ ;  $x_E(\theta) = r_E(\theta) \cos \theta$ ;  $y_E(\theta) = r_E(\theta) \sin \theta$ ; theo nghiên cứu của Libardo và cộng sự<sup>13</sup> bán kính cực của đường ô van tựa elíp  $r_E(\theta) = \frac{2ab}{a+b-(a-b)\cos(2\theta)}$ , còn  $r$  là bán kính đường tròn sinh  $\{\Sigma_{GC}\}$ .

### Phương trình đường cong biên dạng chân rôto

Tương tự phần đỉnh rôto, từ Hình 3 ta cũng có phương trình toán học của biên dạng chân rôto:

$$r_{cR} = \begin{bmatrix} r \cos(\psi(\theta) + \xi(\theta)) + r \cos \xi(\theta) + x_E(\theta) \\ -r \sin(\psi(\theta) + \xi(\theta)) + r \sin \xi(\theta) + y_E(\theta) \end{bmatrix} \quad (2)$$

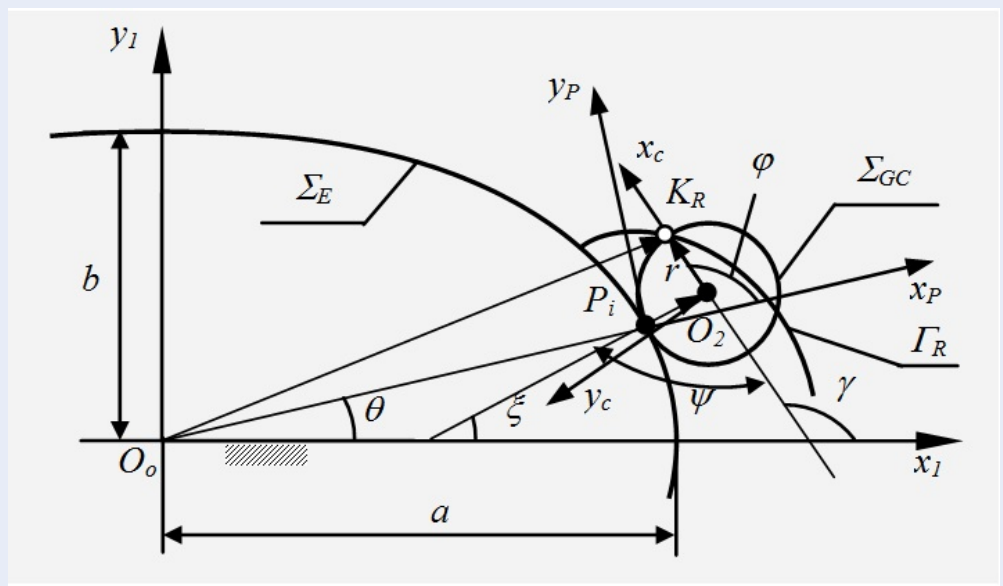
Trong phương trình (2) các phần tử:  $\psi(\theta)$ ,  $\xi(\theta)$ ,  $x_E(\theta)$ ,  $y_E(\theta)$  được xác định như ở phương trình (1).

### Điều kiện hình thành biên dạng rôto của các thông số thiết kế đặc trưng

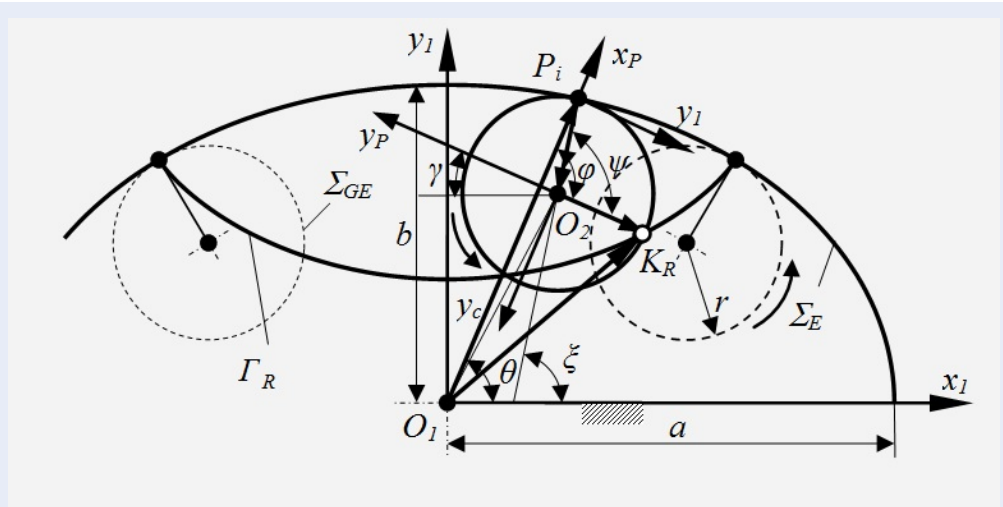
#### Xác định mối quan hệ giữa $r$ của $\{\Sigma_{GC}\}$ và $a, b$ của $\{\Sigma_E\}$

Gọi  $C_{GC}$  là chu vi đường tròn sinh  $\{\Sigma_{GC}\}$ ,  $C_E$  là chu vi đường lăn  $\{\Sigma_E\}$  để đảm bảo hình thành biên dạng rôto có 4 răng thì:

$$C_E = 8C_{GC} \quad (3)$$



Hình 2: Nguyên lý hình thành biên dạng đỉnh rôto



Hình 3: Nguyên lý hình thành biên dạng chân rôto

Trong đó:  $C_E = \int_0^{2\pi} \sqrt{r_E^2(\theta) + (\partial r_E(\theta) / \partial \theta)^2} d\theta$ ,  $C_{GC} = 2\pi r$   
 thay vào (3) và biến đổi ta được:

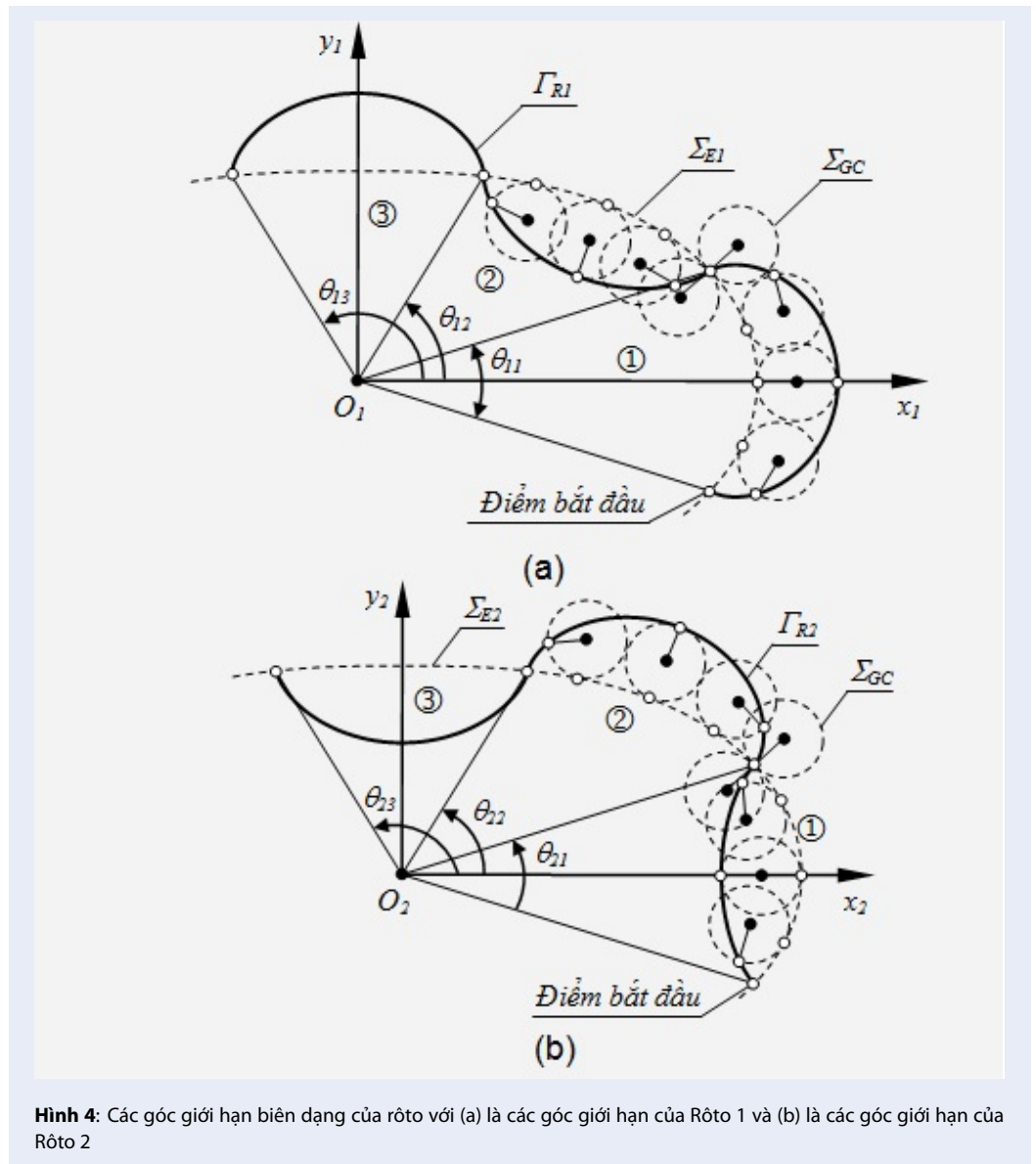
$$r = \frac{\int_0^{2\pi} \sqrt{r_E^2(\theta) + (\partial r_E(\theta) / \partial \theta)^2} d\theta}{16\pi} \quad (4)$$

Phương trình (4) thể hiện mối quan hệ giữa các thông số  $r$  của  $\{\Sigma_{GC}\}$ , và thông số  $a, b$  của elíp lẩn  $\{\Sigma_E\}$  để đảm bảo hình thành biên dạng rôto.

**Xác định góc giới hạn cung biên dạng đỉnh và cung biên dạng chân của Rôto 1 và Rôto 2**

Từ Hình 1 nhận thấy vùng biên dạng đỉnh và chân của hai rôto ngược nhau và được chia thành 8 cung bằng nhau, có cùng độ dài là chu vi  $C_{GC}$  của đường tròn sinh  $\{\Sigma_{GC}\}$ . Do đó, tương ứng với các cung cong trên đường ô van lẩn tựa elíp  $\{\Sigma_E\}$  của hai rôto thì đường tròn sinh sẽ lẩn phía trong và ngoài đường ô van như được mô tả tại Hình 4.

Như vậy nếu gọi  $\theta_i (i = 1 \div 3)$  là góc giới hạn các cung elíp tương ứng với  $\theta_{11}, \theta_{12}, \theta_{13}$  trên Hình 4a và



Hình 4: Các góc giới hạn biên dạng của rôto với (a) là các góc giới hạn của Rôto 1 và (b) là các góc giới hạn của Rôto 2

$\theta_{21}, \theta_{22}, \theta_{23}$  trên Hình 4b. Khi đó  $\theta$  được xác định bởi:

$$\int_0^{\theta_i} \sqrt{\left(r_E^2(\theta) + (\partial r_E(\theta) / \partial \theta)^2\right)} d\theta = i2\pi r \quad (5)$$

Từ (5) nhận thấy không thể xác định các góc  $\theta_i$  bằng giải tích mà phải giải bằng phương pháp số tính gần đúng theo sơ đồ thuật toán ở Hình 5.

### THÔNG SỐ KÍCH THƯỚC THIẾT KẾ VÀ HỆ SỐ SỬ DỤNG THỂ TÍCH

#### Thông số kích thước thiết kế bơm

Từ nguyên lý hình thành biên dạng của rôto đã được trình bày ở trên và từ Hình 6 các thông số thiết kế kích

thước hình học của bơm xét trên mặt cắt vuông góc với trục quay được cho bởi:

Khoảng cách trục  $A_{12}$ :

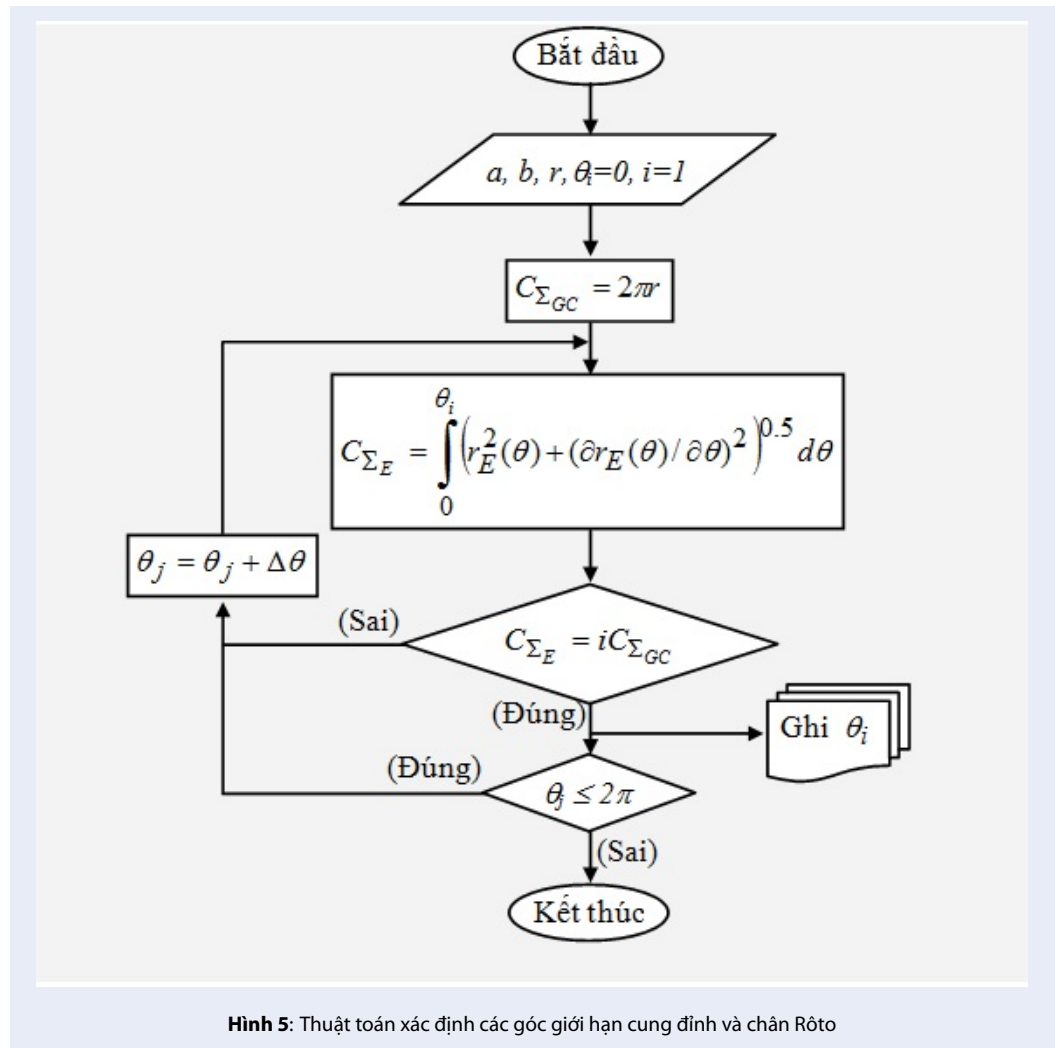
$$A_{12} = a + b$$

Bán kính hướng kính 1 của stato  $R_1$ :

$$R_1 = a + 2r \quad (2)$$

Bán kính hướng kính 1 của stato  $R_2$ :

$$R_2 = \rho_{max} = \sqrt{r_{\Gamma d R_2}^T r_{\Gamma d R_2}} \quad (8)$$



với  $r_{\Gamma d R_2}$  được xác định từ phương trình (1).

**Hệ số sử dụng thể tích**

Trong thiết kế bơm để đánh giá hiệu suất thể tích của phương án thiết kế, người ta sử dụng hệ số thể tích  $\eta$  được định nghĩa bằng thể tích chiếm chỗ của rôto chia cho thể tích lòng trong stato. Như vậy, nếu gọi  $S_{R_1}, S_{R_2}, S_R$  lần lượt là diện tích mặt cắt ngang của rôto 1 và rôto 2 và stato như được mô tả tại Hình 7 thì công thức xác định hệ số sử dụng thể tích được cho bởi:

$$\eta = \frac{S_{R_1} + S_{R_2}}{S_S} \tag{9}$$

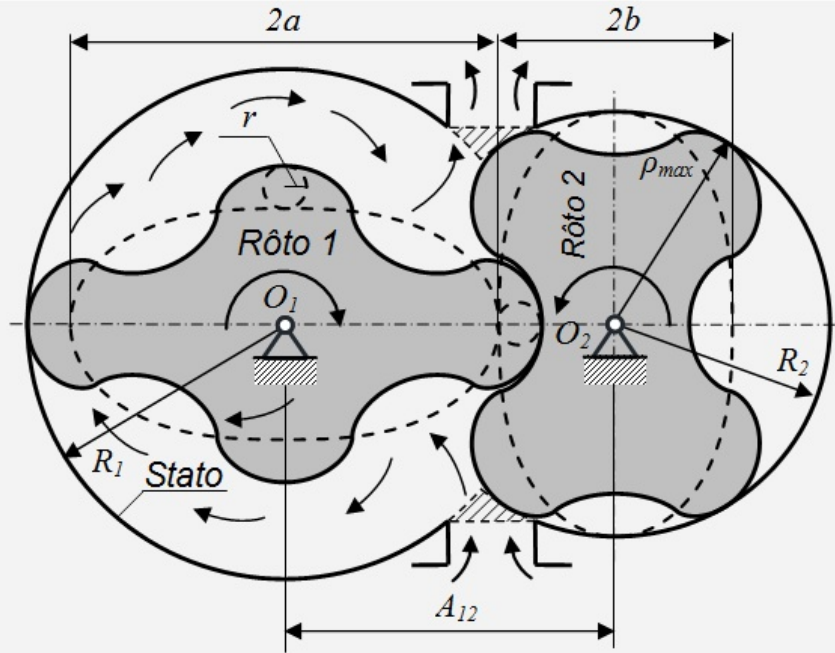
Trong đó diện tích rôto 1 và rôto 2 được mô tả tại Hình 7 là một phần tử của rôto 1 và rôto 2.

$$S_{R_1} = 4 \int_0^{\theta_1} y_d(\theta) \left( \frac{\partial x_d(\theta)}{\partial(\theta)} \right) d\theta + 4 \int_{\theta_1}^{\theta_2} y_c(\theta) \left( \frac{\partial x_c(\theta)}{\partial(\theta)} \right) d\theta + \tag{10}$$

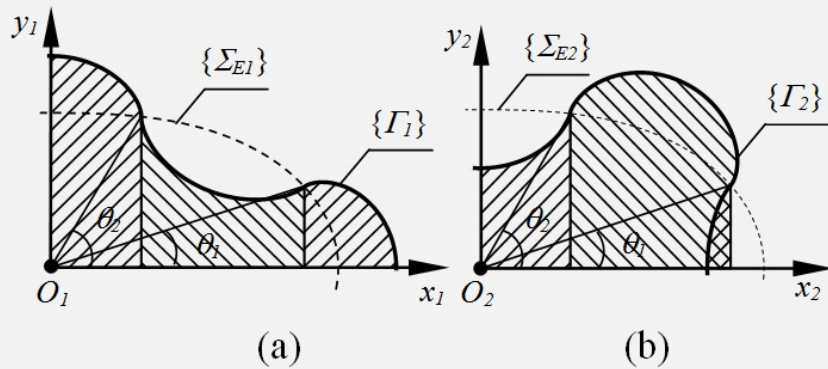
$$4 \int_{\theta_2}^{\pi/2} y_d(\theta) \left( \frac{\partial x_d(\theta)}{\partial(\theta)} \right) d\theta + S_{R_1} = 4 \int_0^{\theta_1} y_c(\theta) \left( \frac{\partial x_c(\theta)}{\partial(\theta)} \right) d\theta + 4 \int_{\theta_1}^{\theta_2} y_d(\theta) \left( \frac{\partial x_d(\theta)}{\partial(\theta)} \right) d\theta + 4 \int_{\theta_2}^{\pi/2} y_c(\theta) \left( \frac{\partial x_c(\theta)}{\partial(\theta)} \right) d\theta \tag{11}$$

Còn diện tích tiết diện lòng trong của stato mô tả tại Hình 8 được cho bởi:

$$S_S = 2 \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{(a+2r)^2 - t^2} dt + 2 \int_{u_1}^{u_2} \sqrt{R_2^2 - (u - (a+b))^2} du \tag{12}$$



Hình 6: Thông số kích thước thiết kế của bơm



Hình 7: Diện tích của một tư rôto với (a) rôto 1 và (b) rôto 2

Với các cận tích phân được cho bởi:

$$t_1 = -(a+2r); t_2 = \frac{(a+2r)^2 + (a+b)^2 - R_2^2}{2(a+b)}; u_1 = \frac{(a+2r)^2 + (a+b)^2 - R_2^2}{2(a+b)}; u_2 = a+b+R_2$$

### THIẾT LẬP BIỂU THỨC TÍNH LƯỢNG TRUNG BÌNH CỦA BƠM

Xét trên mặt cắt vuông góc với trục của bơm, nếu gọi S là tổng diện tích tiết diện phân buồng bơm được giới hạn bởi phía lòng trong stato và phần phía ngoài bề

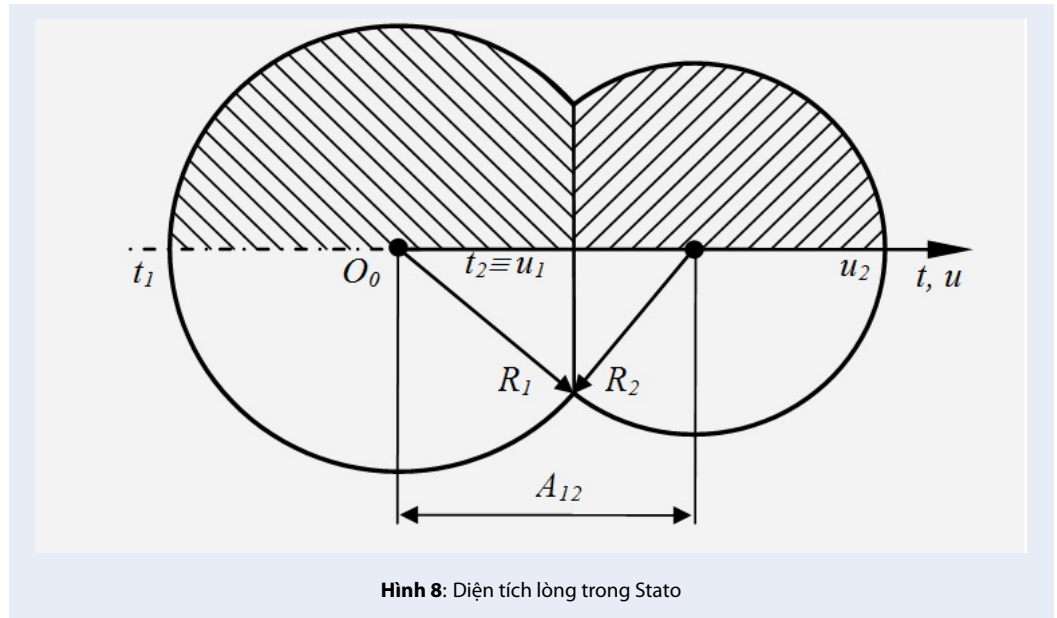
mặt rôto như mô tả tại Hình 9: B là kích thước hướng trục của bơm, n là số vòng quay của trục dẫn động. Với giả thiết là không có khe hở và lưu chất được đẩy đầy khoang hút thì lượng lưu chất được đẩy ra khỏi bơm sau n vòng quay:

$$Q = 2nBS \quad (13)$$

Từ Hình 9 tổng diện tích phần khoang bơm được giới hạn bởi stato và mặt ngoài rôto S được cho bởi:

Trong đó:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (14)$$



Hình 8: Diện tích lồng trong Stator

$$S_1 = \frac{1}{2} (\pi(a + 2\pi)^2 - S_{R_1}) \quad (15)$$

$$S_2 + S_3 = \frac{1}{2} (\pi R_2^2 - S_{R_2}) \quad (16)$$

### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thiết kế bơm Lobe với các thông số kích thước: bán kính hướng kính 1 của tiết diện khoang bơm  $R_1 = a + 2r$ , kích thước trục  $B = 40mm$ ,  $R_1 = 70mm$ . Bảng 1 tổng hợp các phương án thiết kế được tính toán số sao cho  $a, b$  của  $\{\Sigma_E\}$  thỏa mãn theo phương trình (3, 4). Để đánh giá ảnh hưởng của  $\lambda$  đến lưu lượng  $Q$  và khoảng cách trục  $A_{12}$  đặt  $\lambda = b/a$ .

Với tốc độ quay của trục dẫn động lấy  $n = 1000$  vòng/phút, lưu lượng trung bình của các phương án thiết kế trong Bảng 1 được mô tả trên Hình 9a, còn Bảng 2 là các góc giới hạn đỉnh và chân rôto tương ứng với các phương án thiết kế ở Bảng 1 theo thuật toán mô tả ở Hình 5.

Từ Hình 10 cho thấy: (a) khi  $\lambda$  tăng dần từ 0.5 đến 1 thì lưu lượng trung bình giảm dần đến giá trị nhỏ nhất, trong khi kích thước hướng kính không đổi  $R_1 = 70mm$  và khi  $\lambda = 1$  thì đường  $\{\Sigma_E\}$  sẽ suy biến thành đường tròn và đây là phương án thiết kế truyền thống mà hiện tại vẫn đang sử dụng phổ biến<sup>7,14</sup>. Với phương án thiết kế ứng với  $\lambda = 0.5$  thì lưu lượng trung bình của bơm tăng 52.17% so với phương án thiết kế ứng với  $\lambda = 1$ .

(b) khi  $\lambda$  tăng dần từ 0.5 ( $A_{12} = 88mm$ ) đến 1 ( $A_{12} = 112mm$ ) thì khoảng cách trục tăng đến giá trị lớn nhất

trong khi kích thước hướng kính  $R_1$  không đổi ( $R_1 = 70mm$ ). Như vậy phương án thiết kế ứng với  $\lambda = 0.5$  có khoảng cách trục giảm 21.43% so với phương án thiết kế truyền thống ứng với  $\lambda = 1$ .

### KẾT LUẬN

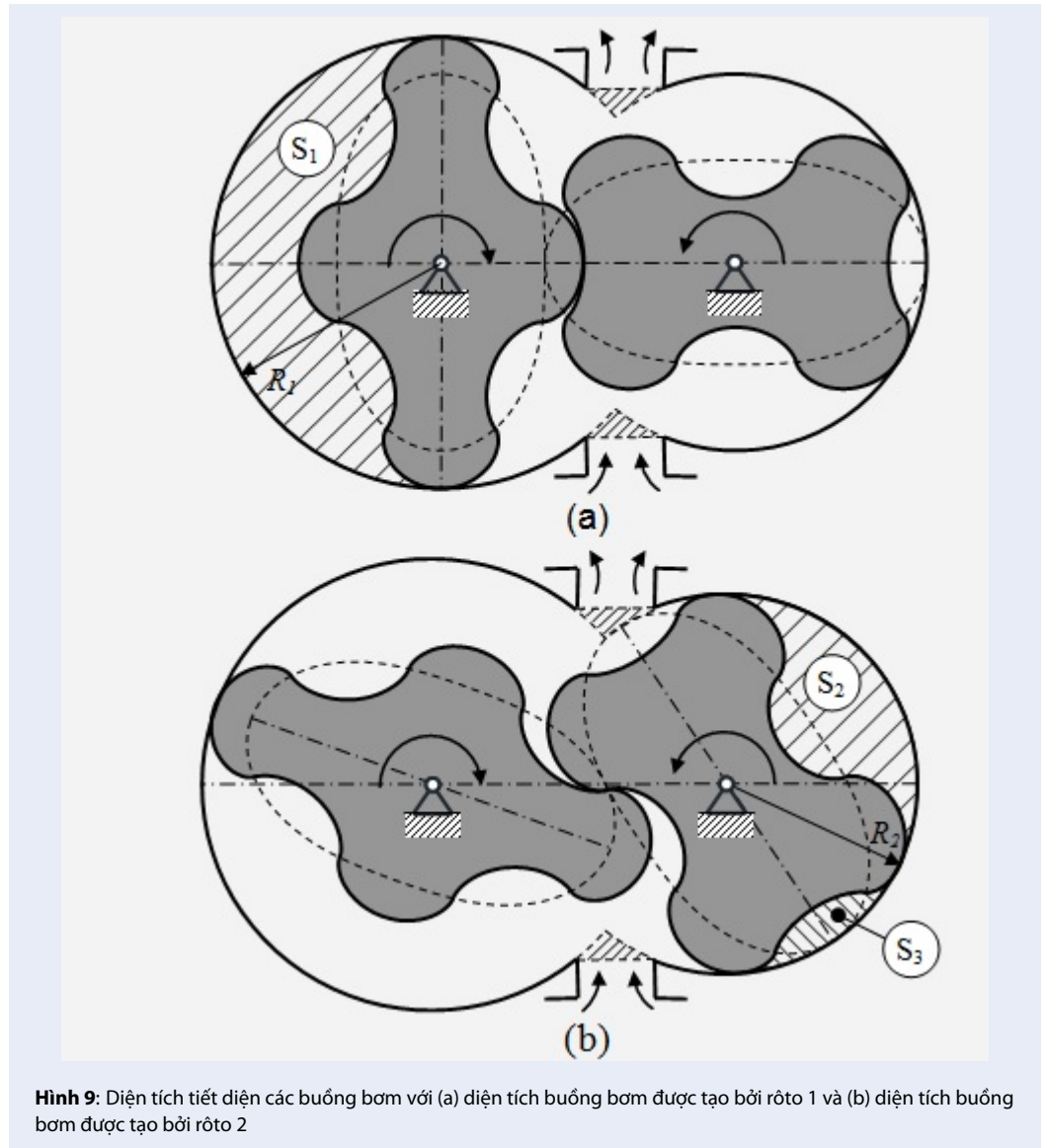
Từ những thảo luận trên đây, nghiên cứu có những điểm đóng góp mới sau đây:

i) Đã đề xuất được một loại bơm thủy lực thể tích mới rôto có 4 răng được dẫn động bằng cặp bánh răng elíp đây là một thiết kế mới có tiềm năng trong tương lai cho một vài ứng dụng đặc biệt cần kích thước nhỏ gọn, áp suất lớn như động cơ Napier trong các tàu chiến mặt nước của Hải quân.

ii) Đối với phương án thiết kế này để có lưu lượng lớn nhất và kích thước nhỏ nhất thì nên chọn  $\lambda = 0.5$  trong khi khoảng cách trục giảm đi điều đó cho thấy khi muốn lưu lượng, kích thước nhỏ gọn thì chọn hệ số  $\lambda$  nhỏ. Cụ thể khi bản thiết kế ở  $\lambda = 0.5$  lưu lượng lớn hơn 52,17 % và khoảng cách trục giảm 21,43% so với bản thiết kế truyền thống ở  $\lambda = 1$ .

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Roots PH. Francis Marion Roots Patent. Rotary blower. US2369 Patent. 1860;
2. Kang YH, Vu HH. A newly developed rotor profile for lobe pumps: Generation and numerical performance assessment. Journal of Mechanical Science and Technology. 2014;28(3):915-926. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12206-013-1159-7>.



**Hình 9:** Diện tích tiết diện các buồng bơm với (a) diện tích buồng bơm được tạo bởi rôto 1 và (b) diện tích buồng bơm được tạo bởi rôto 2

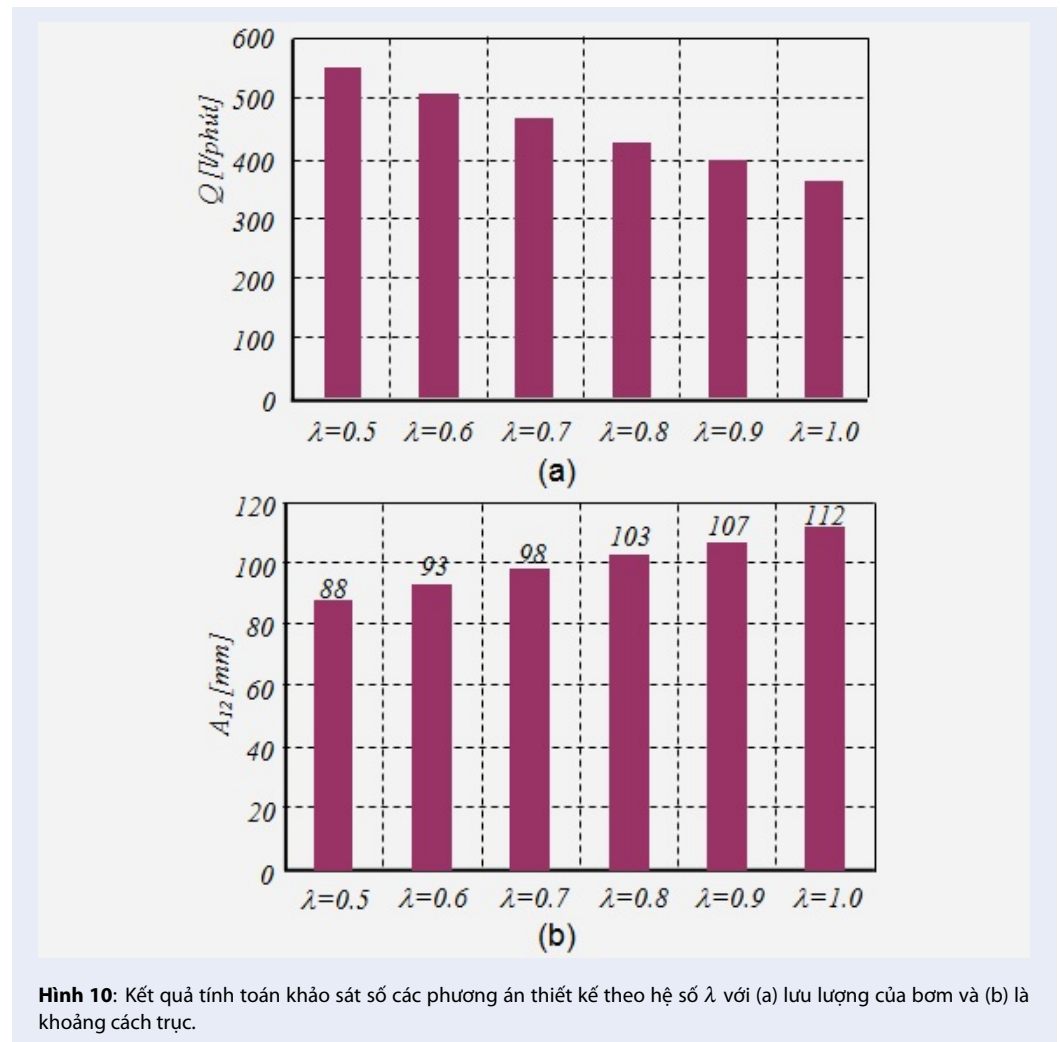
**Bảng 1:** Các phương án thiết kế bơm

STT	a	b	r	$\lambda$
1	58.4498	29.5502	5.7751	0.5
2	58.0328	34.9672	5.9836	0.6
3	57.5670	40.433	6.2165	0.7
4	57.0508	45.9492	6.4746	0.8
5	56.6026	50.3974	6.6987	0.9
6	56.0000	56.0000	7.0000	1.0



**Bảng 2:** Góc giới hạn cung đỉnh răng và chân răng của rôto 1, rôto 2 ứng với từng phương án thiết kế

Phương án thiết kế	Rôto 1			Rôto 2		
	$\theta_{11}$ [rad]	$\theta_{12}$ [rad]	$\theta_{13}$ [rad]	$\theta_{21}$ [rad]	$\theta_{22}$ [rad]	$\theta_{23}$ [rad]
1	0.305	1.013	2.128	0.305	1.013	2.128
2	0.323	1.063	2.078	0.323	1.063	2.078
3	0.341	1.103	2.038	0.341	1.103	2.038
4	0.359	1.135	2.006	0.359	1.135	2.006
5	0.373	1.156	1.985	0.373	1.156	1.985
6	0.393	1.178	1.963	0.393	1.178	1.963



**Hình 10:** Kết quả tính toán khảo sát số các phương án thiết kế theo hệ số  $\lambda$  với (a) lưu lượng của bơm và (b) là khoảng cách trục.

3. Litvin FL, Fuentes A. Gear geometry and applied theory. Cambridge. 2001;.
4. Hsieh CF, Zhou QJ. Fluid analysis of cylindrical and screw type Roots vacuum pumps. *Vacuum*. 2015;p. 1–9.
5. Hsieh CF, Deng YC. A design method for improving the flow characteristics of a multistage Roots pumps. *Vacuum*. 2015;121:217–222. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2015.09.001>.
6. Hsieh CF. A new curve for application to the rotor profile of rotary lobe pumps. *Mechanism and Machine Theory*. 2015;87:70–81. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2014.12.018>.
7. Thái NH, Trung NT. Establishing formulas for design of Roots pump geometrical parameters with given specific flow rate. *Vietnam Journal of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology*. 2015;53(4):533–542.
8. Thái NH, Tiên TN, Dung PT, Huy NQ. Influence of the Designing Parameters on Flow Fluctuation and Pressure of the Improved Roots Blower, *International Conference of Fluid Machinery and Automation Systems - ICFMAS2018*. 2018;p. 196–203.
9. Thái NH, Tiên TN. Ảnh hưởng của tham số thiết kế đến hiện tượng trượt biên dạng và lưu lượng của quạt Roots. *Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh*. 2018;1(1):13–19.
10. Tiên TN, Thái NH. A novel design of the Roots blower. *Vietnam Journal of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology*. 2019;57(2):249–260. Available from: <https://doi.org/10.15625/2525-2518/57/2/13094>.
11. Tiên TN, Thái NH, Long ND. Effects of head and rotor clearances on leakage of flow rate and pressure in a novel non-contact Rotor blower”, *Vietnam Journal of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology*. 2019;57(4A). Available from: <https://doi.org/10.15625/2525-2518/57/6A/14466>.
12. Đồng Tính T, Tiên TN, Thái NH. Thiết lập mô hình toán học mô tả sự biến đổi thể tích trong buồng hút và buồng đẩy của một loại quạt Roots cải tiến. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ các trường Đại học Kỹ thuật*. 2020;141:28–33.
13. Useche LVV, Abdel-Wahab MM, Parker GA. A new noncircular gear pair to reduce shaft accelerations: A comparison with sinusoidal and elliptical gears. *DYNA*. 2016;83(198):219–227. Available from: <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n198.49170>.
14. Litvin FL, Lu J. *New Methods for Improved Double Circular-Arc Helical Gears*. Report Army Research Laboratory, NASA. 1997;.

# A new design of the Lobe pump is based on the meshing principle of elliptical gear pairs

Nguyen Hong Thai\*, Nguyen Duy Long



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## ABSTRACT

The paper presents a new rotor design of an external coupling Lobe pump driven by pair of elliptical gears. The new rotor is a four-tooth elliptical gear with tooth profile is a improve cycloid curve. The improve cycloid curve is the locus of the fixed point on the generation circle, when the circle a pure rolling without slipping on the elliptical centrode of the rotor. The conditions of the rotor addendum and dedendum profiles are also considered. The limited supply angle addendum and dedendum rotor profiles are determined through an iterative algorithm when the generation circle makes a pure rolling without slipping on the ellipse base of the rotor. From there, we proceed to determine the pump design parameters according to the characteristic design parameters forming the rotor profile. The flow rate of the pump is determined by the area of the pockets on a cross-section perpendicular to the pump shaft. On that basis, a Matlab program is written from the mathematical model established by the paper to calculate the rotor design. In addition, the paper also investigates the effect of the coefficient  $I$  (semi-major axis divided semi-minor axis of the elliptical centrode) on the average flow and axis distance. Survey results show that the design at  $I = 0.5$  flow is 52.17% larger and the axis distance is reduced by 21.43% when compared to the traditional design at  $I = 1$ . This is the advantage of the new design proposed by this study.

**Key words:** Lobe pumps, oval gear, non circular gear, profile rotor, flow

School of Mechanical, Hanoi University of Science and Technology (HUST)

## Correspondence

Nguyen Hong Thai, School of Mechanical, Hanoi University of Science and Technology (HUST)

Email: thai.nguyenhong@hust.edu.vn

## History

- Received: 18-9-2020
- Accepted: 25-02-2021
- Published: 25-4-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4i2.769



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Cite this article:** Thai NH, Long ND. A new design of the Lobe pump is based on the meshing principle of elliptical gear pairs. *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 4(2):861-871.