

---

**ĐẶC TÍNH CỦA CÁC SAI SỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆC ĐỊNH TÂM  
NHÓM PISTON ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY  
PERFORMANCE OF ERRORS TO EXERCISE INFLUENCE ON DEFINITION  
AND ADJUSTMENT OF THE CENTER OF PISTON GROUP IN MARINE DIESEL  
ENGINE**

**TS. QUẢN TRỌNG HÙNG**  
*Quản lý Khoa học, Trường ĐHHH*

**Tóm tắt:**

*Trong bài báo, giới thiệu các kết quả phân tích các dạng sai số thường gặp trong quá trình lắp ráp các chi tiết chính của diesel tàu thủy (blocs xi lanh, xi lanh, piston, biên và trục khuỷu) và đặc tính ảnh hưởng của chúng đến độ chính xác trong việc xác định và hiệu chỉnh tâm nhóm piston. Từ đó đề xuất một số giải pháp công nghệ cần chú ý trong quá trình lắp ráp các chi tiết chính của diesel tàu thủy để giảm độ nghiêng của piston trong xi lanh.*

**Abstract:**

*The article hereunder aims at introducing results of analysis some of usual errors in assembly of main parts in marine diesel engine (including cylinder block, cylinder, piston, piston rod and crank shaft) and influence of their performance on definition and adjustment of the center of piston - piston rod group. Thus, it puts forward some solutions in technology which should be paid attention in assembly the main parts in marine diesel engine to reduce the lean of piston in cylinder.*

Như chúng ta đã biết, một trong những nguyên nhân làm giảm khả năng công tác và tuổi thọ của diesel tàu thủy sau khi chế tạo và lắp ráp là sự sai lệch vị trí tương quan giữa các bề mặt lắp ghép của các chi tiết chính như: gối đỡ trục khuỷu, trục khuỷu, bloc xilanh, xilanh, biên và piston... Sự sai lệch đó gây nên sự chuyển động lệch tâm của piston trong xi lanh mà người ta thường gọi là độ đầm biên. Khi có hiện tượng này, tâm của nhóm piston không vuông góc với tâm trục khuỷu. Khi đó ma sát giữa các cặp tiếp xúc như piston, xéc măng và xi lanh hay cổ trục, cổ biên với các ổ đỡ tăng lên rất nhiều, có thể dẫn đến phá hoại lớp dầu bôi trơn, tốc độ mài mòn tăng và phân bố không đồng đều trên bề mặt làm việc. Tùy theo nguyên nhân, đặc điểm và tính chất sai số chế tạo và lắp ráp các chi tiết mà độ đầm biên này có thể không đổi theo một phương hoặc biến đổi cả trị số lẫn phương chiều theo góc quay của trục khuỷu. Do vậy việc phân tích đặc tính, mức độ ảnh hưởng của các sai số đến độ đầm biên sẽ là điều cần thiết khi đánh giá mức độ chính xác và hoàn thiện của quá trình lắp ráp diesel tàu thủy, đặc biệt với động cơ thấp tốc có công suất lớn [4,5].

Phân tích các nguyên nhân trong quá trình chế tạo, sửa chữa và lắp ráp các cơ cấu chuyển động cho thấy, các sai số có ảnh hưởng tới độ nghiêng của nhóm piston trong xilanh có thể quy về 4 nhóm sau:

- Độ không vuông góc của đường tâm xilanh với đường tâm trục khuỷu, khi đó đường tâm xilanh động cơ sẽ tạo với đường tâm trục khuỷu một góc  $\psi_1$ ;
- Độ không song song giữa đường tâm của các cổ trục với tâm cổ biên trên một đơn vị biên khuỷu, góc lệch là  $\psi_2$ ;
- Độ không song song giữa tâm lỗ đầu to và lỗ đầu nhỏ của biên, góc lệch là  $\psi_3$ ;
- Độ không vuông góc giữa tâm phần dẫn hướng của piston với tâm của bạc chốt piston  $\psi_4$ . [1,5]

Phân tích đặc tính và phương trình toán học biểu diễn các sai số trên cho thấy:

1. Độ không vuông góc giữa tâm xilanh với tâm trục khuỷu

Đây là một sai số tổng hợp bởi các sai số chế tạo và lắp ráp các bề mặt lắp ghép các chi tiết cụm xilanh-bloc xilanh và bộ đỡ trục khuỷu, như: [2,3]

- Bề mặt lắp ghép của vai xi lanh không vuông góc với đường tâm của nó,
- Tâm mặt trong xi lanh không đồng tâm với bề mặt lắp ghép ngoài,
- Tâm mặt lắp ghép xi lanh trên block không vuông góc với bề mặt lắp ghép cacte,
- Tâm các gối đỡ trục khuỷu không song song với bề mặt lắp ghép cacte...

Có thể nhận thấy rằng các sai lệch này có giá trị xác định, không thay đổi trong sự phụ thuộc vào góc quay trục khuỷu động cơ và hoàn toàn có thể đo đạc bằng các phương pháp đo thông thường.

### 2. Độ không song song của đường tâm của cổ biên và cổ trục, (Hình 1).

Đây cũng là một sai số về góc, được tạo ra bởi hai nguyên nhân: độ không đồng phẳng của đường tâm cổ trục với đường tâm cổ biên trục khuỷu và độ không song song của chúng. Đặc điểm cơ bản của sai số này là một sai số kiểu véc tơ và thay đổi theo thời gian cả về trị số và hướng, nó được quyết định bởi tính chất động học của trục khuỷu và độ chính xác chế tạo và lắp ráp trục khuỷu.

Trong thực tế, sai số các đường tâm này được đo trong các mặt phẳng vuông góc với nhau và cuối cùng được tổng hợp lại. Tại thời điểm piston ở điểm chết trên tức là góc quay trục khuỷu  $\varphi = 0$  thì:

$$\psi_{20} = \psi_{2n} + \psi_{2c}$$

Trong đó:  $\psi_{2n}$  - là độ không song song của tâm cổ trục và cổ biên khảo sát, độ;

$\psi_{2c}$  - là độ

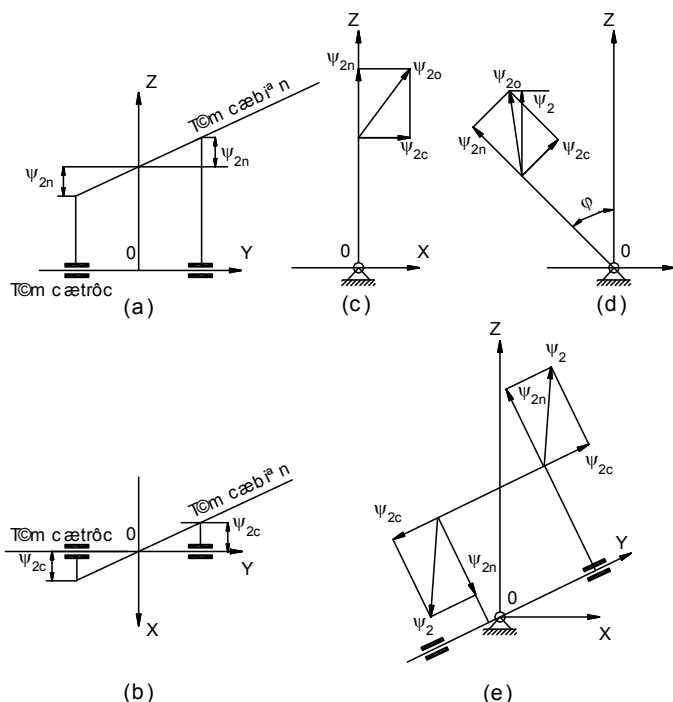
không đồng phẳng (chéo nhau) của hai mặt phẳng chứa tâm cổ trục và cổ biên đang khảo sát, độ.

Khi  $\varphi \neq 0$ , từ Hình 1a,b, ta thấy rằng độ nghiêng của piston trong xi lanh do sai lệch  $\psi_2$  gây ra, sẽ được xác định bởi sai số  $\psi_{2c}$  và  $\psi_{2n}$  là hình chiếu của sai số tổng hợp lên mặt phẳng thẳng đứng ZOY và có giá trị:

$$\psi_2 = \psi_2^{(1)}(\psi_{2n}) + \psi_2^{(2)}(\psi_{2c}) = \psi_{2n} \cos \varphi + \psi_{2c} \sin \varphi \quad (1)$$

### 3. Độ không song song và độ không đồng phẳng giữa tâm lắp bạc đầu to và bạc đầu nhỏ thanh truyền $\psi_3$

Sai lệch này được mô tả trên hình 2 cũng có đặc điểm tương tự như các sai số sinh ra giống như  $\psi_2$ , bằng phép cộng véc tơ, ta cũng có thể xác định được sai số về độ không song song và không đồng phẳng chúng. Ở đây độ không song song và không đồng phẳng của tâm bạc đầu to và tâm bạc đầu nhỏ biên trong trường hợp tổng quát là hình chiếu của sai số  $\psi_3$  lên mặt phẳng ZOY trong hai trường hợp:



**Hình 1. Sơ đồ xác định sai số vị trí tương đối giữa đường tâm cổ trục và tâm cổ biên trục khuỷu**

Khi  $\varphi = 0$  thì 
$$\psi_{30} = \psi_{3n} + \psi_{3c}$$

Trong đó:  $\psi_{3n}$  - là độ không song song của tâm bạc đầu to và bạc đầu nhỏ thanh truyền, độ;

$\psi_{3c}$  - là độ không đồng phẳng (chéo nhau) của hai mặt phẳng chứa tâm bạc đầu to và bạc đầu nhỏ thanh truyền, độ;

Khi  $\varphi \neq 0$  thì 
$$\psi_3 = \psi_3^{(1)}(\psi_{3n}) + \psi_3^{(2)}(\psi_{3c}) = \psi_{3n} \cos \beta + \psi_{3c} \sin \beta \quad (2)$$

So sánh các đẳng thức (1) và (2) cho thấy cấu trúc của chúng giống nhau,

Trong đó các hàm  $\psi_3^{(1)}(\psi_{3n})$  và  $\psi_3^{(2)}(\psi_{3c})$  là các hàm xác định mức độ ảnh hưởng của  $\psi_{3n}$  và  $\psi_{3c}$  tới trị số hình chiếu của tổng của sai số trên mặt phẳng ZOY.

Xét về quan hệ hình học đã xác định được trong cơ cấu biên thì:

$$\psi_3 = \psi_{3n} \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi} + \psi_{3c} \lambda \sin \varphi \quad (3)$$

Trong đó:  $\lambda = R/L$  là tỷ số giữa bán kính khuỷu và chiều dài biên.

Rõ ràng rằng, giá trị cực trị của hàm  $\psi_3$  được xác định theo mối quan hệ của các sai số  $\psi_{3n}$  và  $\psi_{3c}$ . Theo giá trị góc quay  $\varphi$  của trục khuỷu thì giá trị  $\psi_3$  có thể đạt cực trị tại một vị trí góc quay nào đó. Chú ý, trong quá trình chuyển động, góc lắc  $\beta$  của biên quay quanh tâm của chốt piston bị hạn chế trong khoảng từ  $-\arccos \lambda \leq \beta \leq \arcsin \lambda$ , nên trị số hình chiếu của sai số tổng hợp lên mặt phẳng ZOY cũng có giới hạn [1].

Tiếp theo, để xác định điểm cực trị của hàm trên ta có:

$$\frac{d\psi_3}{d\varphi} = \frac{-\psi_{3n} \lambda^2 \sin 2\varphi}{2\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}} + \psi_{3c} \lambda^2 \cos \varphi = 0 \quad (4)$$

Khi đó, phương trình trên sẽ có 2 nghiệm:

- Nghiệm thứ nhất, ta có:  $\varphi_{1,3\max} = \arccos 0 = 90^\circ \quad (5)$

- Nghiệm thứ 2 xảy ra khi:  $-\psi_{3n} \lambda^2 \sin 2\varphi + \psi_{3c} \lambda \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi} = 0$

từ đó ta rút ra:  $\varphi_{2,3\max} = \arcsin \pm \sqrt{\psi_{3n}^2 / (\psi_{3n}^2 + \psi_{3c}^2 \lambda^2)} \quad (6)$

Từ đó cho ta thấy, với các giá trị  $\psi_3$ , khi mà  $\sqrt{\psi_{3n}^2 / (\psi_{3n}^2 + \psi_{3c}^2 \lambda^2)} < \lambda$ , thì góc quay của trục khuỷu ứng với trị số cực đại của hàm  $\psi_3$  sẽ nằm trong giới hạn  $0^\circ < \varphi_1 < 90^\circ$  và  $270^\circ < \varphi_2 < 360^\circ$ .

Như vậy, trong 1 vòng quay trục khuỷu sẽ tồn tại một thời điểm góc  $\varphi$  rất nhạy cảm với độ không song song và độ không đồng phẳng của đường tâm của bạc đầu to và bạc đầu nhỏ biên.

Ở những trị số  $\psi_3$ , khi mà  $\sqrt{\psi_{3n}^2 / (\psi_{3n}^2 + \psi_{3c}^2 \lambda^2)} > \lambda$ , độ nghiêng lớn nhất của piston trong xilanh, phát sinh ra do chế tạo và lắp ráp thiếu chính xác, sẽ tồn tại khi  $\varphi_1 = 90^\circ$  hoặc  $\varphi_2 = 270^\circ$ . Tình hình trên xảy ra tương tự với dạng sai số  $\psi_2$ ,

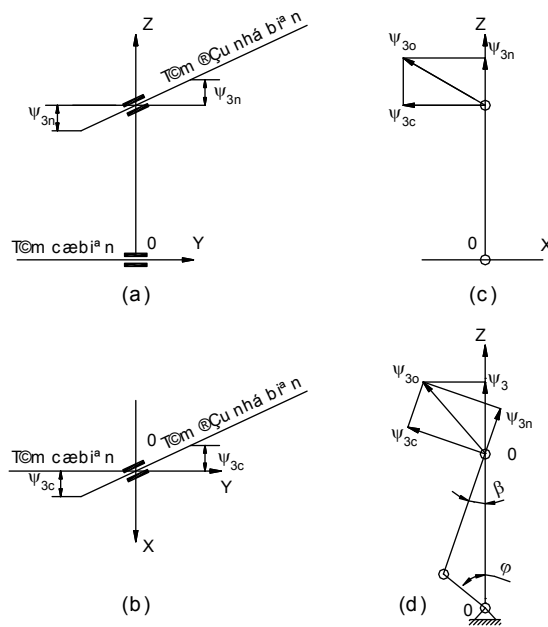
Từ đó có thể rút ra kết luận:

1. Các sai số  $\psi_1$  và  $\psi_2$  là dạng sai số đơn giản nhất vì: là sai số một chiều và trong quá trình chuyển động của piston nó không thay đổi cả trị số và hướng và không phụ thuộc vào các sai số của chi tiết khác. Do đó, để giảm trị số của nó cần thiết phải kiểm tra và hiệu chỉnh các bề mặt lắp ráp của các chi tiết có liên quan trước khi tiến hành cô định chúng. Trong khi định tâm nhóm piston, ở mức độ nào đó, có thể sử dụng chúng là thông số hiệu chỉnh để giảm sai số tổng hợp.

2. Các sai số  $\psi_2$  và  $\psi_3$  là dạng sai số phức tạp, nó thay đổi cả trị số và hướng trong một chu trình công tác của piston. Do vậy, trước hết cần tăng độ chính xác của việc chế tạo và sửa chữa trục khuỷu và tay biên. Trong trường hợp hai véc tơ sai số cùng chiều thì giá trị ảnh hưởng sai số tổng có thể vượt quá giá trị cho phép. Để giảm khả năng này có thể căn cứ vào sai số thành phần để lựa chọn nhóm piston biên lắp và cổ biên có thể bù trừ được hai dạng sai số trên.

3. Thông thường việc kiểm tra định tâm biên thường tiến hành khi piston ở điểm “chết trên” và “chết dưới”, theo sự phân tích trên kết quả đo tại vị trí đó không phản ánh đúng ảnh hưởng của sai số đến giá trị định tâm. Khi lắp ráp, cần kiểm tra độ đồng tâm của đường tâm piston với xilanh ở những vị trí góc quay trục khuỷu  $\varphi_1 = 90^0$  hoặc  $\varphi_2 = 270^0$ , khi đó độ nghiêng của nhóm piston đạt giá trị lớn nhất.

4. Như vậy các sai lệch về vị trí tương quan của các chi tiết chính của diesel có ảnh hưởng rất lớn đến vị trí của piston trong xilanh khi chế tạo, lắp ráp nhóm piston – biên, trục khuỷu. Để giải quyết tốt hơn bài toán, đánh giá được đầy đủ độ chính xác tĩnh và động kết quả việc lắp ráp nhóm các chi tiết chính của động cơ cần phải xây dựng mô hình toán học các sai số trên, từ đó xác định ảnh hưởng của chúng đến độ chính xác của quá trình lắp ráp các cụm chi tiết và đưa ra có biện pháp hiệu chỉnh làm giảm các ảnh hưởng đó.



Hình 2. Sơ đồ xác định sai số vị trí tương đối giữa đường tâm bạc đầu to và bạc đầu nhỏ biên

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1]. Lê Viết Lượng, *Lý thuyết động cơ diesel*, Nxb Giáo dục, 2000;
- [2]. Н. К. Лопыров, Ю. В. Немсов, Ю. В. Суперкин, *Технология судоремонта*, 1981, 285 стр.
- [3]. В. М. Шелученко, *Ремонт и монтаж судовой дизельной установки*, 1970, 333 стр.
- [4]. Д. Д. Бенковский, *Технология судостроение, ремонта*, 1976, 432 стр.
- [5]. Nguyễn Huy Tiến, Luận Văn Thạc sĩ Chuyên ngành “Thiết bị năng lượng tàu thủy”, 2003.

Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Thường