

CÂN CHÍNH ĐỒNG TÂM TRỤC BẰNG LASER VÀ ỨNG DỤNG THỰC TẾ

AXIS CONCENTRIC BALANCING WITH LASER DEVICES AND PRACTICAL APPLICATIONS

NGUYỄN SƠN LÂM^{1a}, DƯƠNG THẾ AN²

¹Trường Đại học Kinh tế Tài chính TP.HCM;

²Công ty TNHH Vietnam Laser Alignment

^aTác giả liên hệ: lamns@uef.edu.vn

Nhận bài (Received): 26/5/2023; Phản biện (Reviewed): 02/6/2023; Chấp nhận (Accepted): 25/6/2023

TÓM TẮT

Sự cân chỉnh trục là một khía cạnh quan trọng của việc lắp đặt và bảo dưỡng máy móc trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau. Nó liên quan đến việc căn chỉnh trục quay của các trục được kết nối với nhau để đảm bảo hoạt động chính xác và giảm các vấn đề vận hành. Tóm tắt này nhấn mạnh về khái niệm của sự cân chỉnh trục và các ứng dụng thực tế của nó trong ngành công nghiệp. Việc mất cân chỉnh trục có thể dẫn đến rung động quá mức, tăng mức độ mòn, giảm hiệu suất và thậm chí gây ra các sự cố nguy hiểm trong máy móc. Do đó, việc đạt được sự căn chỉnh chính xác là rất quan trọng để tối ưu hiệu suất hoạt động và kéo dài tuổi thọ của thiết bị quay. Quá trình này thường bao gồm việc đo và điều chỉnh vị trí tương đối của các trục để giảm thiểu sai lệch cân chỉnh. Trong ngành công nghiệp, sự cân chỉnh trục được áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, chẳng hạn như sản xuất, phát điện, dầu khí, khai thác mỏ và ngành hàng hải... Trong các nhà máy sản xuất, việc căn chỉnh các trục là rất quan trọng để duy trì độ chính xác của máy móc chính xác. Trong ngành sản xuất điện, việc căn chỉnh các trục của tuabin, máy phát điện và bơm đảm bảo chuyển đổi năng lượng hiệu quả và giảm căng thẳng cơ học.

Từ khóa: Cân chỉnh đồng tâm trục, lệch tâm, cân chỉnh trục bằng laser, Easy Laser, XT770

ABSTRACT

Shaft alignment is a crucial aspect of machinery installation and maintenance in various industries. It involves aligning the rotational axes of coupled shafts to ensure proper functioning and reduce operational issues. This abstract highlights the concept of shaft alignment and its practical applications in the industry. Shaft misalignment can lead to excessive vibration, increased wear and tear, reduced efficiency, and even catastrophic failures in machinery. Thus, achieving precise alignment is essential for maximizing operational performance and extending the lifespan of rotating equipment. The process typically involves measuring and adjusting the relative positions of the shafts to minimize misalignment. In the industrial sector, shaft alignment finds widespread

application across numerous fields, such as manufacturing, power generation, oil and gas, mining, and marine industries... In manufacturing plants, alignment of shafts is crucial for maintaining the accuracy of precision machinery, including CNC machines, lathes, and mills. In power generation, aligning the shafts of turbines, generators, and pumps ensures efficient energy conversion and reduces mechanical stress.

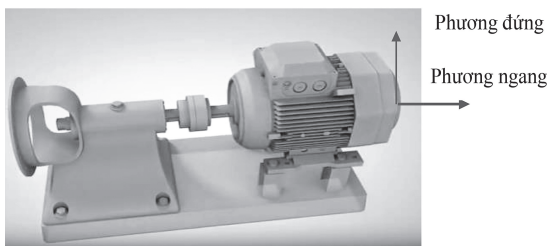
Keywords: shaft alignment, eccentricity, laser shaft alignment, Easy Laser, XT770.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

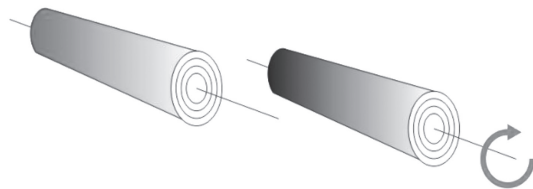
1.1. Cân chỉnh đồng tâm trục (Shaft Alignment)

Trong các loại truyền chuyển động quay, kiểu truyền ngẫu lực được ứng dụng rộng rãi cho các thiết bị làm việc đồng tốc – truyền động momen xoắn qua bán nối trục. Cân tâm là công việc điều chỉnh sao cho đường tâm trục của máy chủ động và máy bị động nằm trùng trên đường tâm dự kiến.

1.2. Các loại lệch tâm xoay (Misalignment)

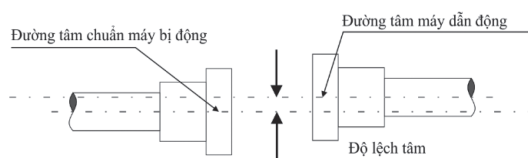


Hình 1. Hệ thống truyền động xoay



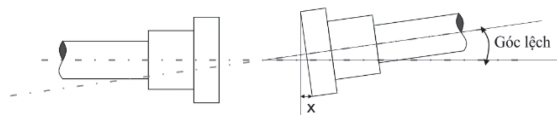
Hình 2: Tâm xoay của trục thiết bị quay

- Lệch tâm theo hướng kính (offset): khi đó đường tâm 2 trục máy song song, mặt đầu hai bán khớp song song nhưng đường tâm trục không trùng nhau, có thể lệch theo phương đứng hoặc phương ngang.



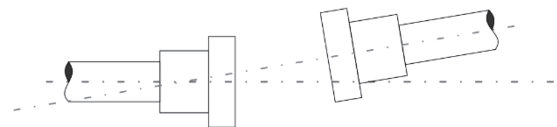
Hình 3: Lệch tâm hướng kính (offset)

- Lệch tâm theo hướng trục (lệch góc/angle): tâm bán khớp cùng nằm trên đường chuẩn nhưng đường tâm 2 trục không song song nhau.



Hình 4: Lệch tâm hướng trục (angle)

- Mất đồng tâm dạng tổng hợp: là dạng tổng quát bao gồm cả hai dạng mất đồng tâm trên.



Hình 5: Lệch tâm dạng tổng hợp

1.3. Các biểu hiện của lệch tâm

Trong truyền động ngẫu lực lực hướng kính được truyền từ trục tới trục dạng momen xoắn là lực tĩnh, nhưng nếu xảy ra tình trạng mất đồng tâm sẽ xuất hiện các lực có hại không mong muốn như:

- Lực va đập xuất hiện tại khe hở bu-lông và khớp nối

- Lực uốn xuất hiện trên trục

- Rung động theo phương hướng kính và dọc trục lớn

- Tuy nhiên trong thực tế còn có nhiều yếu tố khác có thể gây ra rung động khi máy làm việc, như mất cân bằng, độ cứng vững bộ máy, khe hở làm việc gối đỡ trục, chế độ tải... Do vậy để đánh giá độ lệch tâm trục, khi máy đang chạy sẽ không chính xác tuyệt đối.

1.4. Tác hại của lệch tâm

Những gì mà ta thấy thực tế do ảnh hưởng của những lực này sẽ biểu hiện ra những tình trạng sau:

- Ổ bạc, phốt, trục hoặc khớp nối hư sớm so với tuổi thọ thiết kế.
- Nhiệt độ thân máy cao nơi gần ổ bạc hay nơi ổ bạc hoặc nhiệt độ dầu bôi trơn cửa ra tăng cao.
- Rò rỉ ở phốt làm kín.
- Bu-lông chân máy bị lỏng
- Bu-lông khớp nối lỏng hoặc gãy
- Trục bị rạn nứt ở ngồng trục (nơi vị trí ổ bạc) hoặc bích của khớp nối

II. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN, THẢO LUẬN

2.1. Tầm quan trọng của cân tâm chính xác

Ngành công nghiệp trên toàn thế giới đang mất hàng tỷ đô la mỗi năm do sự sai lệch của máy móc, trái tim và linh hồn của hầu hết mọi hoạt động công nghiệp đều xoay quanh việc giữ cho máy móc quay hoạt động tốt và chính xác. Mục tiêu chính của cân chỉnh chính xác là tăng tuổi thọ hoạt động của máy quay. Để đạt được mục tiêu này, các bộ phận máy móc có nhiều khả năng hỏng hóc nhất cần phải hoạt động tốt trong giới hạn thiết kế của chúng. Các bộ phận có nhiều khả năng bị hỏng nhất là ổ đỡ, phốt, khớp nối và trục nên máy móc khi được cân chỉnh chính xác sẽ giảm lực hướng trục và lực hướng tâm quá mức lên ổ trục, đảm bảo tuổi thọ của ổ trục lâu hơn và độ ổn định của rotor trong các điều kiện vận hành. Cân chỉnh chính xác sẽ làm giảm khả năng hỏng trục theo chu kỳ, giảm thiểu lượng mài mòn trong các bộ phận khớp nối, giảm bớt độ cong của trục từ điểm truyền lực trong khớp nối đến ổ trục đầu khớp nối, đồng thời duy trì khe hở rotor bên trong thích hợp.

Từ những tác hại trên ta thấy được việc cân chỉnh đồng tâm sẽ giảm thiểu được những hư hỏng không đáng có như:

- Giảm lực hướng kính và dọc trục để tăng tuổi thọ ổ đỡ và sự ổn định của rotor
- Tối thiểu lực gây cong trục ở các điểm truyền lực từ vị trí khớp nối tới ổ đỡ trục phía khớp - nối
- Tối thiểu sự mài mòn của các bộ phận khớp nối
- Giảm khả năng hư hỏng phốt chèn kín
- Duy trì khe hở thích hợp của bánh công tác bên trong
- Loại bỏ khả năng hư trục từ sự mỏi của kim loại
- Hạ mức rung động trên vỏ máy, buồng ổ đỡ trục và rotor

Những lợi ích mang lại khi giảm thiểu được những tác hại:

- Nâng cao tuổi thọ và độ tin cậy cho thiết bị cũng như nâng cao độ tin cậy của nhà máy
- Giảm chi phí lưu trữ phụ tùng sửa chữa như: phốt chặn, bạc đạn ...
- Giảm chi phí nhân công bảo trì
- Giảm phế phẩm trong sản xuất do hư hỏng thiết bị
- Giảm chi phí tiêu thụ năng lượng trong nhà máy
- Nâng cao mức độ an toàn cho vận hành thiết bị
- Có thể kéo dài thời gian sản xuất khi cần thiết

2.2. Cân chỉnh đồng tâm trục bằng laser

Thiết bị cân chỉnh đồng tâm trục bằng laser là lựa chọn tối ưu cho công tác cân chỉnh đồng tâm trục chính xác. Gá lắp để

dàng, không hạn chế về không gian, thông số sống trực quan, tự động tính toán giá trị cân chỉnh, lưu kết quả trước và sau cân chỉnh là những ưu điểm vượt trội của thiết bị laser.

Thiết bị cân tâm EASY LASER bao gồm màn hình hiển thị và là thiết bị điều khiển kết nối với đầu đo S (Stationary) và đầu đo M (Movable).

Khi sử dụng ta gắn 2 đầu đo laser lên trục máy và khai báo các thông số cố định và chương trình muốn đo. Sau khi xoay trục lấy tọa độ sai lệch, thiết bị sẽ tính toán và hiển thị giá trị sai lệch lên màn hình kèm theo giá trị sai lệch, sau đó thiết bị sẽ thể hiện giá trị cân chỉnh với thông số sống.



Hình 6: Thiết bị Easy-Laser XT660

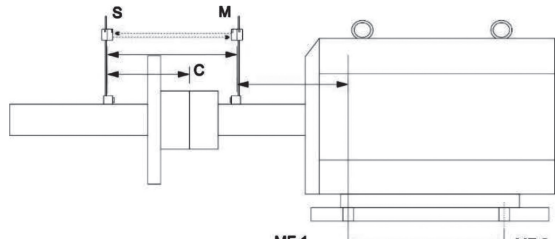
2.3. Thực hiện cân chỉnh với thiết bị Easy Laser

Để đảm bảo các thông số cân chỉnh đạt mức độ chính xác cần thiết thông qua thiết bị **Easy Laser**, thực hiện như sau:

Bước 1: Khảo sát và ghi chép lại thông tin cơ bản của máy như: tốc độ vòng quay, công suất, các tiêu chuẩn kỹ thuật yêu cầu.

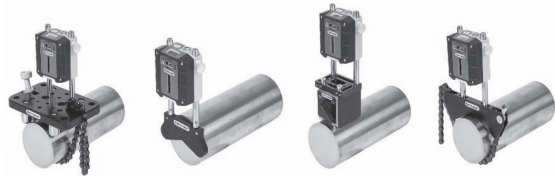
Bước 2: Gá đặt đầu đo và chọn chương trình đo phù hợp

- Lựa chọn phụ kiện gá đặt phù hợp với hiện trạng thực tế, đặt gá theo phương vuông góc với trục. Trượt tịnh tuyến đầu đo S/M trên cây định vị sao cho tia laser phát của S bắn vào vùng thu của M và ngược lại.



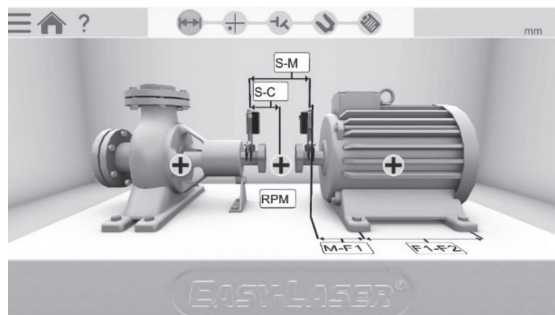
Hình 7: các khoảng cách cần đo và khai báo

- Các loại gá đặt



Hình 8: Các phương thức gá đặt đầu đo lên hệ trục

Bước 3: Khai báo thông tin theo yêu cầu của chương trình



Hình 9: Giao diện trên thiết bị Easy Laser

Trong đó các giá trị bao gồm:

- S-M: khoảng cách từ đầu đo S đến đầu đo M

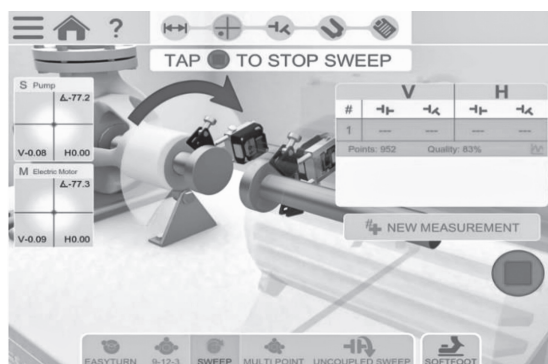
- S-C: khoảng cách từ đầu đo S đến tâm khớp nối

- M-F1: khoảng cách từ đầu đo M đến vị trí chân trước máy chỉnh

- F1-F2: khoảng cách từ vị trí chân trước đến vị trí chân sau của máy chỉnh

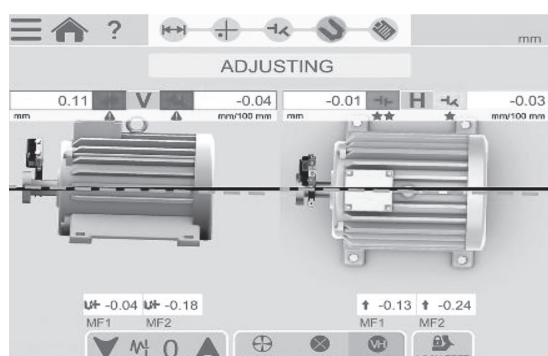
- RPM: tốc độ vận hành của máy.

Bước 4: Lấy tọa độ sai lệch bằng cách xoay khớp nối 1 vòng để xác định giá trị lệch tâm, gáy góc theo phương đường và phương ngang



Hình 10: giao diện đo giá trị sai lệch

Bước 5: Đọc kết quả hiển thị và chuẩn bị cân chỉnh.



Hình 11: Giao diện kết quả đồng tâm trục, bao gồm hình ảnh vào số liệu

Bảng 1: Dung sai tiêu chuẩn cân chỉnh đồng tâm trục ANSI/ASA.75 – 2017

Tiêu chuẩn	0 – 1000		1000 - 1500		2000 - 4000		4500 – 6000		<6000	
	Offset	Angle	Offset	Angle	Offset	Angle	Offset	Angle	Offset	Angle
*	0.18	0.15	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.09	0.06	0.08
**	0.09	0.07	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04
***	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02

Như vậy ta thấy, tốc độ máy càng cao thì yêu cầu dung sai càng chính xác.

2.5. Ứng dụng thực tế

Để thực hiện công việc cân chỉnh chính xác, ta cần quan tâm lưu ý đến các vấn đề như chân mềm (soft foot), giãn nở do chênh lệch nhiệt độ, rung động cộng hưởng do các thiết bị xung quanh, số lượng và chất lượng các miếng cân lót, môi trường làm việc,...

Như vậy, có rất nhiều vấn đề chủ quan

Bước 6: thực hiện cân chỉnh theo hướng dẫn của máy laser với sự hỗ trợ của chức năng live 360. Giá trị sai số theo phương đứng và phương ngang sẽ thay đổi theo tác động thực tế, từ đó chúng ta có thể quan sát trực tiếp kết quả trong suốt quá trình thực hiện cân chỉnh.

Bước 7: lưu kết quả và xuất báo cáo. Giá trị cân chỉnh sẽ được máy laser lưu lại trực tiếp sai số trước và sau cân chỉnh. Báo cáo có thể gửi qua email hoặc sao chép qua USB dưới dạng PDF. (xem bản báo cáo mẫu “shaft_demo” đính kèm).

2.4. Xác định dung sai tiêu chuẩn

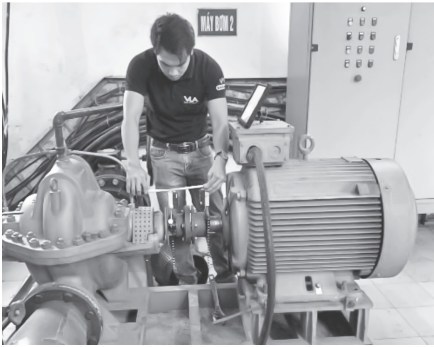
Dung sai cân chỉnh là khoảng sai lệch cho phép của độ đồng tâm. Giá trị này được quyết định bởi tốc độ vòng quay và khoảng cách giữa hai điểm truyền động (vị trí khớp nối, loại khớp nối). Giá trị dung sai sẽ được nhà chế tạo thiết bị cung cấp, hoặc có thể dựa vào tiêu chuẩn ANSI/ASAS.75 – 2017.

hoặc khách quan sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình thực hiện cân chỉnh chính xác cho máy truyền động xoay. Để loại bỏ hầu hết các vấn đề đó, người thực hiện cân chỉnh máy cần phải có một qui trình kiểm tra và đo đặc cụ thể, đảm bảo công việc được diễn ra một cách an toàn và chính xác, mang lại hiệu quả cao nhất.

Vô số quy trình sản xuất phụ thuộc vào hoạt động của các máy truyền động xoay như sản xuất điện, nhiên liệu, giấy, thép, xi

măng, thủy tinh, dược phẩm, thực phẩm,... gần như mọi thứ xung quanh chúng ta bằng

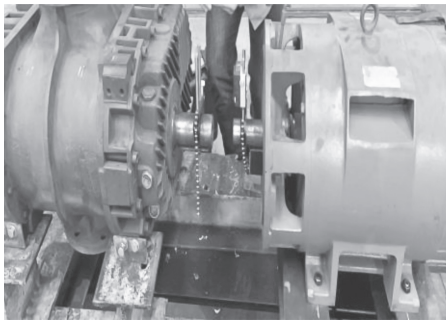
cách nào đó đều bị ảnh hưởng bởi một loại máy móc truyền động xoay riêng biệt.



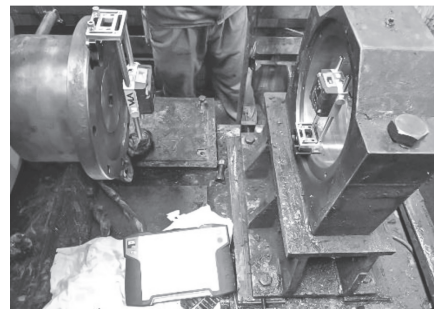
Hình 12: Máy bơm cấp nước sinh hoạt



Hình 13: Tang cán thép tấm



Hình 14: Máy nén khí công nghiệp



Hình 15: Turbine điện gió

III. KẾT LUẬN

Thực hiện cân chỉnh chính xác là một trong những công việc thiết yếu trong quá trình vận hành, sửa chữa thiết bị quay, giúp nâng cao tuổi thọ cũng như hiệu năng của thiết bị trong quá trình sản xuất. Tối ưu hóa chi phí bảo trì, tránh những rủi ro có thể xảy ra.

Với thiết bị easy laser, người thực hiện cân chỉnh sẽ tiết kiệm được thời gian, nâng cao độ chính xác. Tăng cao khả năng lưu trữ thông tin là bước đầu trong quá trình thực hiện “reliability centered maintenance (rcm)” – bảo trì dựa trên độ tin cậy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. John Piotrowski: Shaft Alignment Handbook (Third edition) – NXB CRC Press (2006)
- [2]. Easy-Laser AB Shaft Alignment Guide – NXB Easy-Laser AB (2022)
- [3]. Easy-laser XT770 Training Book (Revision 8.0) – NXB Easy-Laser AB (2022)