

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP HOÁN CẢI BỘ LÀM KÍN CƠ KHÍ LẮP TRÊN BƠM LY TÂM CỦA TÀU TRẦN ĐẠI NGHĨA

RESEARCH SOLUTIONS TO CONVERT MECHANICAL SEAL FOR CENTRIFUGAL PUMPS ON THE SHIP TRAN DAI NGHIA

TS. TRƯƠNG VĂN ĐẠO

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu giải pháp hoán cải bộ làm kín cơ khí (mechanical seals) của bơm AKH trên hệ thống bơm nước biển tàu Trần Đại Nghĩa trong đội tàu Hải Quân Việt Nam. Kết quả hoán cải thực nghiệm cho thấy bộ làm kín đã hoạt động an toàn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và hiệu quả kinh tế.

Abstract

This paper presents solutions to convert the mechanical seal of the AKH type pump in sea water system on the ship Tran Dai Nghia of Vietnam Navy fleet. Experimental results showed that the conversion of the seal is safe in operation and satisfy all of technical properties and economic effect.

Key words: mechanical seals

1. Đặt vấn đề

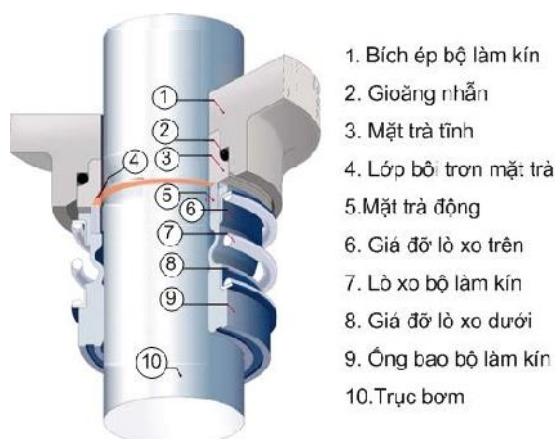
Bộ làm kín cổ trục cơ khí của bơm là chi tiết đóng một vai trò quan trọng, nó quyết định tới các thông số công tác của bơm nói riêng cũng như khả năng làm việc của hệ thống thủy lực nói chung. Các bộ làm kín cơ khí (mechanical seals) có ưu điểm lớn là cho phép trục quay với tốc độ lớn nhưng vẫn đảm bảo sự kín khít tốt, sức cản trên trục nhỏ và hầu như không làm mòn trục tại vị trí làm kín.

Mặc dù có kết cấu tương đối đơn giản nhưng lại yêu cầu tính công nghệ cao trong quá trình chế tạo nên giá thành tương đối cao. Ở Việt Nam hiện nay vẫn chưa có cơ sở nào đủ điều kiện để chế tạo bộ làm kín đủ tiêu chuẩn. Do vậy, khi cần thay mới vẫn phải đặt hàng từ nước ngoài làm cho chi phí tăng cao và kéo dài thời gian sửa chữa.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế bộ làm kín cơ khí lắp trên bơm AKH của tàu Trần Đại Nghĩa bị hỏng và việc sửa chữa đã gặp phải khó khăn là không có phụ tùng thay thế, thời gian đặt mua quá dài và giá thành đắt. Do vậy, tác giả sau một thời gian nghiên cứu và đã hoán cải thử nghiệm thành công bộ làm kín thay thế bộ làm kín chính hãng.

2. Phân tích đặc điểm bộ làm kín cơ khí mặt trà của bơm AKH

Trong quá trình hoạt động của bơm thì việc làm kín giữa trục và vỏ bơm để cách biệt khoang công tác với môi trường bên ngoài đảm bảo áp suất công tác của bơm là rất quan trọng. Thông thường, có hai phương án làm kín là làm kín cổ trục bơm kiểu các vòng sợi và làm kín cơ khí kiểu mặt chà (mechanical seals). Do tính ưu việt nổi trội của bộ làm kín cơ khí mà hầu hết các bơm hiện đại ngày nay đều sử dụng bộ làm kín kiểu này. Trên hình 1 là kết cấu của bộ làm kín kiểu mặt trà lắp trên bơm AKH.



1. Bích ép bộ làm kín
2. Gioăng nhẵn
3. Mặt trà tĩnh
4. Lớp bôi trơn mặt trà
5. Mặt trà động
6. Giá đỡ lò xo trên
7. Lò xo bộ làm kín
8. Giá đỡ lò xo dưới
9. Ống bao bộ làm kín
10. Trục bơm

Hình 1. Kết cấu bộ làm kín bơm AKH

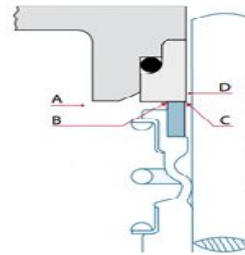
Bộ làm kín bao gồm một phần quay (phần động) và một phần tĩnh. Độ nhám giữa hai mặt phẳng của phần tĩnh và phần động phải nhỏ để tăng độ kín khít. Khi được thiết kế và lắp đặt phù hợp thì phần quay lướt trên một lớp bôi trơn chỉ dày 0.00025mm. Nếu lớp bôi trơn quá dày sẽ gây rò rỉ, nếu lớp bôi trơn quá mỏng thì ma sát tăng lên làm cho bề mặt tiếp xúc bị nóng làm hư hỏng bộ làm kín.

Bộ làm kín có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất của bơm. Khi bắt đầu có sự rò rỉ tại bộ làm kín thì dấu hiệu cho thấy tình trạng kỹ thuật của bộ làm kín có vấn đề lập tức được kiểm tra bảo dưỡng kịp thời.

3. Tính toán lựa chọn giải pháp hoán cải

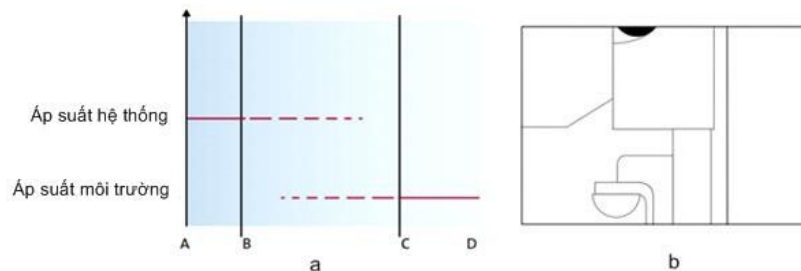
a. Sự phân bố lực trên mặt trà bộ làm kín

Chất được bơm (A) tiếp xúc với các cạnh ngoài của vòng làm kín động (B) - Hình 2. Khi trục bắt đầu quay, sự chênh lệch áp suất giữa chất được bơm (A) trong hốc bơm và không khí (D) ép chất được bơm thâm nhập vào các khe (từ B đến C) giữa hai bề mặt phẳng xoay (mặt trà) hình thành lớp màng bôi trơn. Áp lực trong khe làm kín giảm từ B tới C và đạt giá trị tương đối ổn định tại D, rò rỉ bắt đầu xuất hiện tại C.



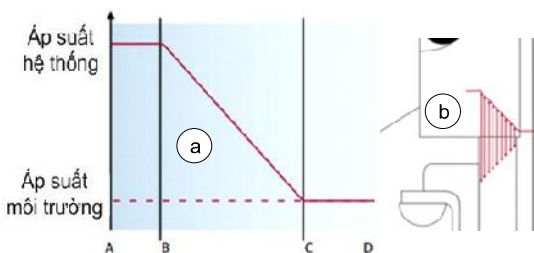
Hình 2. Những vị trí khe làm kín

Áp suất ở điểm B xấp xỉ tại điểm A, áp suất sụt giảm trong khi bơm dừng - hình 3a, phân bố lực của bề mặt tiếp xúc của bộ làm kín – hình 3b. Các phần của bộ làm kín phía trong bơm phải chịu một lực bất nguồn từ áp suất trong bơm. Thành phần lực dọc trục cùng với lực lò xo tạo thành lực đóng (Fc) của bộ làm kín. Trong khi bơm dừng, áp suất tại rìa ngoài vành (B) bằng với áp suất hệ thống (A) (Hình 3.a) [4]

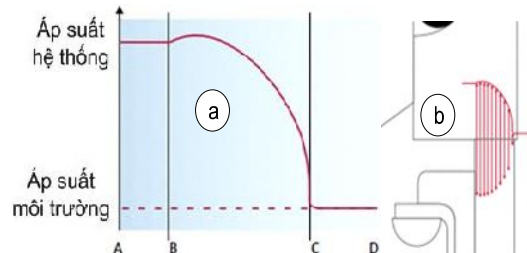


Hình 3. Phân bố áp suất và trạng thái làm kín khi bơm dừng

Lực đóng là lực của hai bề mặt tiếp xúc trực tiếp, lực mở là lực từ áp suất của màng bôi trơn (mũi tên đỏ trên hình 4.b và 5.b). Khi trục bắt đầu quay, các vòng làm kín sẽ tách ra và chất được bơm sẽ điền đầy khe làm kín, áp suất giảm tuyến tính từ áp suất bơm (B) tới áp suất môi trường (C) - Hình 4. Khi bơm làm việc ổn định thì phân bố áp suất của chất lỏng được bơm và lực mở của màng bôi trơn thể hiện – Hình 5 [4]. Lớp màng chất lỏng bôi trơn toàn bộ sẽ được hình thành nếu áp suất trong khe làm kín đủ lớn để cân bằng với lực đóng của bộ làm kín.



Hình 4. Áp suất làm kín khi bơm khởi động



Hình 5. Áp suất làm kín khi bơm làm việc ổn định

b. Tính toán lựa chọn các chi tiết bộ làm kín hoá cải

- Tính lực ép lò xo bộ làm kín hoá cải

Các thông số kỹ thuật của bộ làm kín chuẩn:
[4]

- Đường kính trục: $D_s = 32 \text{ mm}$
- Mặt trượt bộ làm kín:
- + Đường kính trong: $D_i = 34 \text{ mm}$;
- + Đường kính ngoài: $D_o = 44 \text{ mm}$ – Hình 6.
- Lực ép lò xo: $F_s = 45 \text{ N}$
- + Diện tích lực ép thủy lực:

$$A_h = \frac{\pi}{4} \cdot (D_o^2 - D_s^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (44^2 - 32^2) = 804 \text{ mm}^2 \quad (1)$$

- + Diện tích mặt trượt:

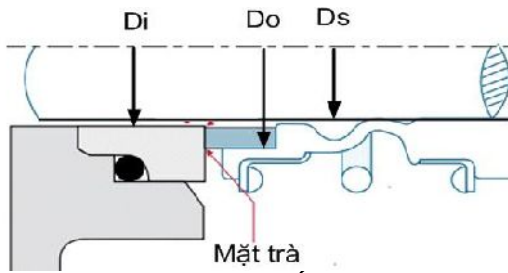
$$A_s = \frac{\pi}{4} \cdot (D_o^2 - D_i^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (44^2 - 34^2) = 588 \text{ mm}^2 \quad (2)$$

- + Tỷ lệ cân bằng:

$$k = \frac{A_h}{A_s} = \frac{804}{588} = 1,36 \quad (3)$$

- + Lực đóng F_c tại áp suất công tác ($P = 0,5 \text{ Mpa}$)

$$F_c = (A_h \cdot P) + F_s = (804 \times 0,5) + 45 = 447 \text{ N} \quad (4)$$



Hình 6. Các thông số kích thước

Các thông số kỹ thuật của bộ làm kín hoá cải:

- Đường kính trục: $D_s = 32 \text{ mm}$
- Mặt trượt bộ làm kín:
- + Đường kính trong: $D_i = 34 \text{ mm}$;
- + Đường kính ngoài: $D_o = 46 \text{ mm}$ – Hình 6
- + Diện tích lực ép thủy lực:

$$A_h = \frac{\pi}{4} \cdot (D_o^2 - D_s^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (46^2 - 32^2) = 858 \text{ mm}^2 \quad (5)$$

- + Diện tích mặt trượt:

$$A_s = \frac{\pi}{4} \cdot (D_o^2 - D_i^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (46^2 - 34^2) = 754 \text{ mm}^2 \quad (6)$$

- + Tỷ lệ cân bằng:

$$k = \frac{A_h}{A_s} = \frac{858}{754} = 1,13$$

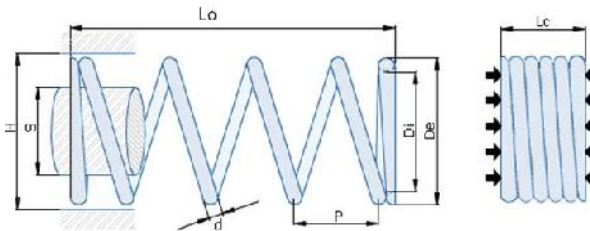
Đối với bộ làm kín không cân bằng thì “k” cho phép nhỏ hơn 1,5. [4]

- + Lực đóng F_c tại áp suất công tác ($P = 0,5 \text{ Mpa}$)

$$F_c = 447 \text{ N}$$

- + Tính lực ép lò xo hoá cải

$$F_s = F_c - (A_h \cdot P) = 447 - (858 \times 0,5) = 18 \text{ N} \quad (7)$$



Hình 7. Các thông số của lò xo

- Lựa chọn lò xo hoá cải:

Căn cứ vào kích thước của bơm: Không gian lắp bộ làm kín ta chọn kích thước lò xo: Lò xo trụ; vật liệu: thép không gỉ; chiều dài tự do $L_0 = 80 \text{ mm}$; đường kính trong $D_i = 60 \text{ mm}$; đường kính ngoài $D_e = 66 \text{ mm}$; bước xoắn $P = 4 \text{ mm}$; tiết diện $d = 3 \text{ mm}$ – Hình 7.

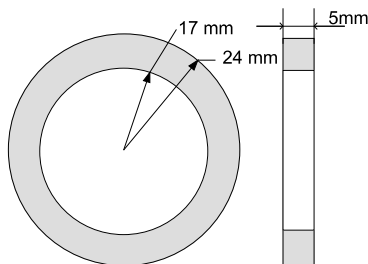
Từ các thông số kích thước lò xo ép thử nghiệm với lực ép $F_s = 18 \text{ N}$ ta đo được chiều dài làm việc L_c của lò xo. Từ đó ta tính được khoảng các để ép mặt bích khí lắp bộ làm kín.

- Lựa chọn mặt trà hoá cải

Mặt trà tĩnh:

Vật liệu: Vật liệu graphit chịu mài mòn

Kích thước:

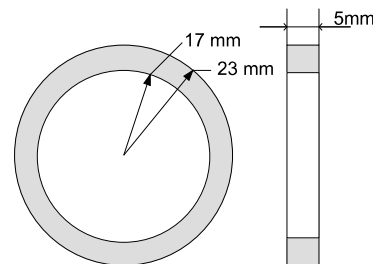


Hình 8. Các thông số kích thước mặt trà tĩnh

Mặt trà động:

Vật liệu: Vật liệu graphit chịu mài mòn

Kích thước:

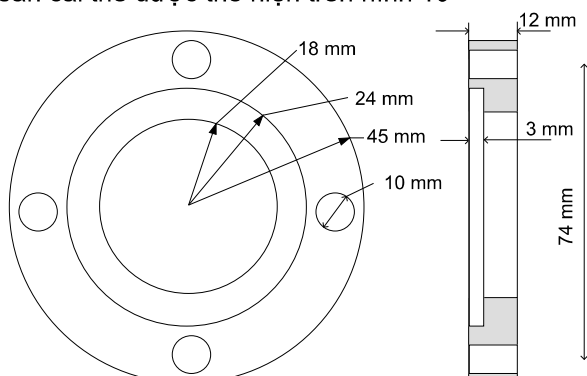


Hình 9. Các thông số kích thước mặt trà động

- *Gia công mặt bích ép bộ làm kín*

Do bơm làm việc với môi chất là nước biển nên ta chọn vật liệu là thép không rỉ 304 (16) để chống ăn mòn trong môi trường nước biển.

Kích thước mặt bích hoá công thể được thể hiện trên hình 10



Hình 10. Thông số kích thước mặt bích ép bộ làm kín

4. Kết quả và thảo luận

Sau khi gia công lắp ráp bộ làm kín hoá công cho bơm AKH 1202 của hệ thống nước biển tàu Trần Đại Nghĩa và tiến hành chạy thử bơm kết quả như sau:

Điều kiện thử: Nhiệt độ buồng máy 32⁰C; Nhiệt độ nước biển 28⁰C; Vòng quay bơm 1450 vòng/ phút.

Bảng 1. Thông số thử nghiệm bộ làm kín hoá công

Cột áp bơm H[m]	Công suất bơm P[kW]	Nhiệt độ bộ đỡ trục bơm [°C]	Thời gian thử [h]	Độ rò rỉ nước biển của bộ làm kín [l/h]
18	0,36	40	1	0
34	0,52	42	1	0
44	0,63	43	1	0
51	0,71	43	1	0
55	0,75	44	1	0

Từ kết quả thử nghiệm cho thấy bộ làm kín hoá công đã đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Sau khi đưa bộ làm kín vào khai thác tác giả và cán bộ kỹ thuật của tàu yêu cầu người vận hành thường xuyên báo cáo tình trạng làm việc của bộ làm kín. Hiện tại bộ làm kín hoá công đã làm việc được khoảng 20000 giờ và vẫn trong tình trạng bình thường. Đánh giá hiệu quả kinh tế: Nếu gia công hoá công đơn chiếc thì giá thành giảm 1/3 và nếu gia công số lượng nhiều thì giá thành có thể giảm 1/2 so với đặt mua chính hãng.

5. Kết luận

Do khuôn khổ của bài báo có hạn, nên tác giả chỉ giới thiệu tóm tắt về cơ sở lý thuyết cũng như quy trình hoá công và kết quả nghiên cứu đạt được tới bạn đọc.

Bài báo đã đưa ra cơ sở khoa học, các yêu cầu kỹ thuật khi thực hiện hoá công bộ làm kín cơ khí cho bơm AKH của Ý trang bị trên tàu biển Việt Nam bằng sản phẩm nội địa. Từ kết quả nghiên cứu cho phép phát triển hoá công thay thế các bộ làm kín cơ khí phải nhập ngoại cho đội tàu biển Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1](Netherlands) B.V. *Sterling Fluid Systems*.

[2]Russ Henke, P.E, *Fluid power systems and circuit design*.

[3]The Hygienic Equipment Design Criteria, Document Guideline No. 8 (2004).

[4]Mechanical Pump Seal - asinoseal.com

Người phản biện: PGS.TS. Phạm Hữu Tân; PGS.TS. Nguyễn Huy Hà