

BÀI TRAO ĐỔI

**LỰA CHỌN CÁC THÔNG SỐ CẢNH BÁO SỰ CỐ  
HỆ ĐỘNG LỰC TÀU CÁ XA BỜ**  
**SELECTION OF INCIDENT ALERT PARAMETERS FOR  
PROPULSION SYSTEM OF OFFSHORE FISHING VESSELS**

Phùng Minh Lộc<sup>1</sup>, Huỳnh Lê Hồng Thái<sup>1</sup>, Hồ Đức Tuấn<sup>1</sup>

Ngày nhận bài: 7/11/2017; Ngày phân biên thông qua: 16/2/2018; Ngày duyệt đăng: 29/6/2018

**TÓM TẮT**

Hệ động lực tàu cá gồm: Động cơ diesel, hộp số và hệ trục chân vịt (Hình 1). Bài báo này trình bày các thông số giám sát an toàn của từng phần tử của hệ động lực, từ đó phân tích chọn các thông số phù hợp làm cơ sở thiết kế chế tạo thiết bị cảnh báo sự cố hệ động lực tàu cá xa bờ

Từ khóa: Hệ động lực tàu cá, giám sát an toàn kỹ thuật, thông số cảnh báo sự cố.

**ABSTRACT**

Fishing vessel propulsion system including: diesel engine, gearbox and propeller shaft system. This paper presents the safety monitoring parameters of each element of the propulsion system, from which to analyse and select suitable parameters as a basis for the design and manufacture of incident alert equipment for propulsion system of offshore fishing vessels.

Keywords: Fishing vessel propulsion system, technical safety monitoring, incident alert parameters

**I. MỞ ĐẦU**

Với tàu vận tải biển, việc trang bị hệ thống giám sát để cảnh báo sự cố buồng máy là bắt buộc theo Quy phạm của Đăng kiểm.

Với tàu đánh cá xa bờ, hoạt động ở vùng biển cách bờ đến 200 hải lý và hầu như không có cảng trú, hệ động lực trên các tàu này hết sức chập vá và chủ yếu đã qua sử dụng, chất lượng còn lại thấp, thiếu các thiết bị đo lường, cảnh báo sự cố. Hơn nữa, do không gian buồng máy quá chật hẹp và thói quen sử dụng, ngư dân không cử người trực ca theo quy định. Điều đó dẫn đến giảm độ an toàn, tin cậy trong quá trình khai thác; hiệu quả sử dụng thấp làm tăng giá thành sản phẩm và đặc biệt lưu ý là có thể hư hỏng đột ngột trên biển gây nguy hiểm cho người và tàu.

Theo thống kê chưa đầy đủ, từ tháng 1-2007 đến tháng 9-2012, cả nước đã xảy ra 5.709 vụ phương tiện nghề cá gặp tai nạn và thiên tai trên biển, năm 2013 là trên 500 tàu. Hầu hết các tai nạn thương tâm của đội tàu này là do sự

cố hệ động lực, tàu mất khả năng cơ động.

Tính đến năm 2015 nước ta có số tàu hoạt động xa bờ (loại 90 CV trở lên) là 31.235 chiếc (với tổng công suất 7.989.700 CV, công suất trung bình 255,8 CV/chiếc). Số tàu này ngoài việc tham gia phát triển kinh tế biển còn góp phần quan trọng bảo vệ an ninh chủ quyền biển, đảo quốc gia.

Từ các lý do trên, bài báo sẽ phân tích lựa chọn một số thông số cảnh báo sự cố hệ động lực nhằm làm cơ sở để thiết kế, chế tạo hệ thống thiết bị cảnh báo sự cố cho hệ động lực tàu cá. Đồng thời, việc cảnh báo chẩn đoán sớm các triệu chứng, dấu hiệu hư hỏng sẽ góp phần nâng cao mức độ an toàn và hiệu quả khai thác đội tàu đánh cá của Việt Nam. Các thông số được chọn giám sát sẽ được thu thập thông qua các cảm biến, sau đó được phân tích và so sánh với tiêu chuẩn an toàn cho phép. Dựa trên kết quả này, hệ thống sẽ đưa ra các cảnh báo phù hợp (bằng âm thanh, đèn tín hiệu) thông báo cho thuyền trưởng biết được tình trạng hoạt động của thiết bị để có biện pháp xử lý kịp thời.

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật Giao thông, Trường Đại học Nha Trang

## II. NỘI DUNG

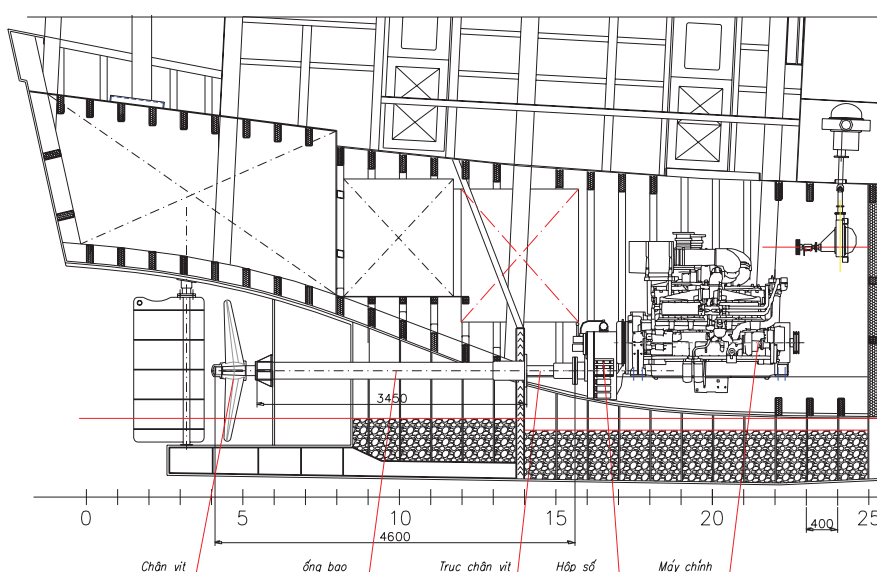
### 1. Giới thiệu về hệ động lực tàu cá

Hiện nay một số tàu cá được làm bằng vật liệu composite hoặc thép thay thế cho vật liệu gỗ truyền thống vì vậy hệ động lực của từng loại tàu có khác nhau một số chi tiết về lắp đặt nhưng nhìn chung là cơ bản giống nhau. Hệ động lực của tàu cá thông thường bao gồm các thiết bị chính như: máy chính, hộp số, hệ trục chân vịt, chân vịt cùng các máy móc và thiết bị phụ trợ khác như trên Hình 1.

Trong đó máy chính truyền mômen đến chân vịt thông qua hộp số đồng bộ với máy hoặc hộp số của hãng thứ ba và trục chân vịt.

Kết cấu của ống bao chân vịt kiêm luôn nhiệm vụ làm gối đỡ, vì vậy hệ trục của tàu cá tương đối đơn giản vì không có các gối đỡ độc lập hoặc trục trung gian. Thông thường chiều dài hệ trục chân vịt của tàu cá < 5 m (với tàu dưới 24 m) và được nối cứng với trục ra của hộp số bằng bích nối. Đường kính chân vịt nằm trong khoảng 80 mm – 124 mm. Bạc lót gối đỡ chân vịt được làm bằng vật liệu cao su. Chân vịt được thiết kế với số lượng cánh là 3 hoặc 4 cánh có bước xoắn cố định và được làm bằng hợp kim đồng với đường kính chân vịt thông thường nằm trong khoảng từ 1,4 m – 2 m.

Các hệ thống phục vụ máy chính như hệ



Hình 1. Hệ động lực tàu cá vỏ composite

thống làm mát, hệ thống dầu bôi trơn, hệ thống khí xả thường đi kèm đồng bộ theo máy. Một số tàu còn sử dụng máy chính để trích lực cho các thiết bị khác như máy tời thu lưới, tời neo.

### 2. Cơ sở lý thuyết giám sát an toàn kỹ thuật hệ thống máy

Một hệ thống máy bao gồm nhiều cụm chi tiết và một cụm bao gồm nhiều chi tiết tạo thành. Chất lượng làm việc của tổng thành sẽ do chất lượng của các cụm, các chi tiết quyết định. Các thông số kết cấu là tập hợp các thông số kỹ thuật thể hiện đặc điểm kết cấu của cụm chi tiết hay chi tiết. Chất lượng các cụm, các chi tiết do các thông số kết cấu quyết định: Hình dáng, kích thước, vị trí tương quan, độ

bóng bề mặt, chất lượng lắp ghép... Trạng thái tốt hay xấu của cụm chi tiết thể hiện bằng các đặc trưng cho tình trạng hoạt động của nó, các đặc trưng này được gọi là thông số ra và được xác định bằng việc kiểm tra đo đạc. Ví dụ: công suất, thành phần và nhiệt độ khí thải, nhiệt độ nước, dầu, áp suất dầu bôi trơn, lượng mạt kim loại trong dầu bôi trơn, tiếng ồn, tiếng gõ, rung động, tình trạng liên hợp: Máy - Vỏ - Chân vịt.

Mỗi một cụm máy đều có những thông số ra giới hạn là những giá trị mà khi nếu tiếp tục vận hành sẽ không đảm bảo tính kinh tế kỹ thuật hoặc không cho phép. Khi đối chiếu kết quả kiểm tra với các giá trị giới hạn, cho phép xác định, dự báo được tình trạng của cụm máy.

Các thông số ra giới hạn do nhà chế tạo qui định hoặc xác định bằng thống kê kinh nghiệm trên loại cụm máy đó hoặc dựa vào các tiêu chuẩn. Chỉ cần một thông số ra vượt giá trị giới hạn bắt buộc phải ngừng máy để xác định nguyên nhân và tìm cách khắc phục. Từ đây, gọi các thông số ra này là thông số cảnh báo sự cố.

Để một thông số ra được dùng làm thông số cảnh báo sự cố phải hội đủ ba điều kiện [3]:

- Tính đồng biến: Thông số ra được dùng làm thông số cảnh báo khi nó tương ứng (tỷ lệ thuận) với một thông số kết cấu hoặc vận hành nào đó. Ví dụ: Nhiệt độ khí thải tỷ lệ thuận với tải trọng nhiệt của động cơ nên thỏa mãn điều kiện đồng biến.

- Tính đại diện: Thông số ra được dùng làm thông số cảnh báo khi sự thay đổi của nó phản ánh đủ sự thay đổi của thông số kết cấu hoặc vận hành mà nó đại diện. Ví dụ: Áp suất dầu bôi trơn thấp hoặc vượt ngưỡng đủ phản ánh sự cố của hệ thống bôi trơn, tương ứng với sự tăng ma sát đột biến làm hệ thống máy tê liệt.

- Dễ đo đạc và đánh giá: Thông thường các thông số ra bên ngoài hệ thống máy thì dễ đo, báo. Ví dụ: nhiệt độ, áp suất bên ngoài xi lanh động cơ; dao động hệ trục...

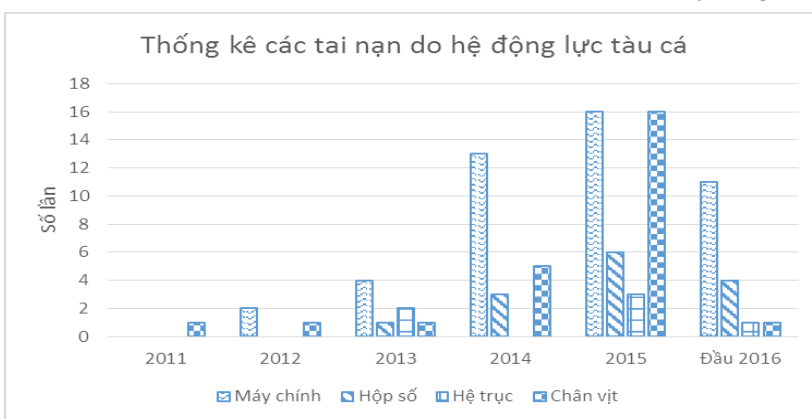
Các thông số giám sát an toàn (thông số cảnh báo sự cố) máy móc cơ khí nói chung và hệ động lực tàu cá nói riêng về cơ bản là các

thông số đánh giá tải trọng cơ (áp suất, ứng suất cơ, biến dạng cơ, công suất, mô men, dao động) và tải trọng nhiệt (nhiệt độ, ứng suất nhiệt, biến dạng nhiệt)

Người ta có thể hoặc không thể đo trực tiếp các thông số trên. Như vậy, các thông số không đo được (ví dụ: ứng suất và biến dạng trong chi tiết máy) sẽ được đánh giá qua các thông số đo được (áp suất, nhiệt độ, dao động, công suất, mô men...). Phép đánh giá này hình thành một ngành khoa học hết sức hữu dụng là chẩn đoán, giám sát trạng thái kỹ thuật. Với sự hỗ trợ của các mô hình toán và phần mềm máy tính, sự cố của hệ thống máy sẽ được báo lỗi tự động.

### 3. Lựa chọn các thông số giám sát an toàn kỹ thuật hệ động lực tàu cá

Căn cứ vào cơ sở lý thuyết ở trên, việc chọn thông số giám sát ảnh hưởng rất nhiều đến kết quả giám sát và chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của các bộ phận trong hệ động lực tàu cá. Vì vậy, việc lựa chọn các thông số để giám sát phải căn cứ vào lý thuyết và thực tiễn cũng như trang thiết bị kỹ thuật hỗ trợ trong việc đo kiểm và giám sát nhằm đạt hiệu quả cao nhất. Theo số liệu thống kê (Hình 2) các tai nạn tàu cá do các sự cố của hệ động của tàu có công suất từ 400CV trở lên tại Công ty bảo hiểm phi nhân thọ - Bảo Việt Khánh Hòa từ năm 2011 đến năm 2016, có thể thấy rằng:



Hình 2. Thống kê tai nạn do hệ động lực tàu cá

Trong 86 tàu được lưu trữ trong hồ sơ tai nạn do hệ động lực tàu cá gây ra từ năm 2011 đến năm 2016 thì có tổng cộng 46 trường hợp hư hỏng là do máy chính, 14 trường hợp là do hộp số, 06 trường hợp là do hệ trục chân vịt,

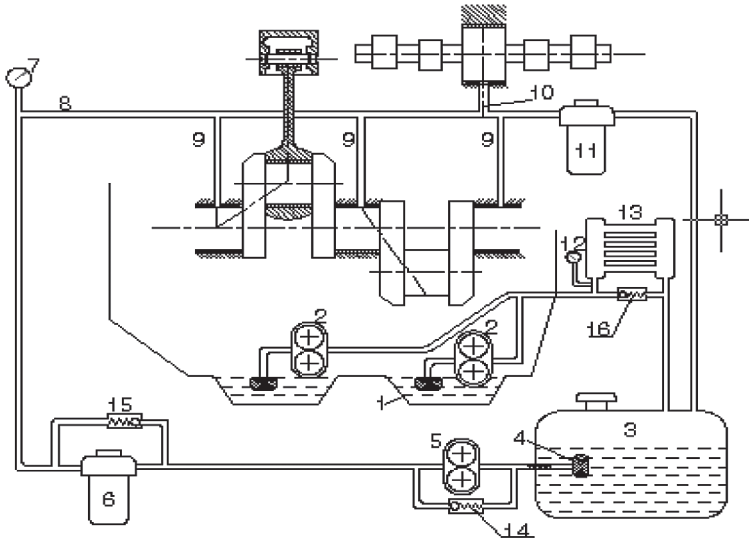
25 trường hợp là do chân vịt gây ra. Cụ thể đối với máy chính các sự cố thường gặp là do hỏng nắp xy lanh, trục khuỷu bị gãy, xéc măng, piston, xy lanh bị bó kẹt, lò xo xupap bị gãy, bơm cao áp của động cơ bị bó kẹt, đường dẫn dầu

bôi trơn bị tắt, hệ thống làm mát máy chính bị hỏng, nước lọt vào xy lanh qua lỗ vòi phun... Đối với hộp số các hư hỏng thường gặp là gãy trục hộp số, bánh răng của hộp số bị vỡ, ô lăn của trục hộp số bị hỏng, đầu trục hộp số bị tuột ren, bu lông đầu mặt bích hộp số bị hỏng, hộp số thiếu dầu, nước tràn vào hộp số,.. Đối với hệ trục chân vịt các hư hỏng thường gặp là chân vịt bị biến dạng do va phải vật cứng trôi nổi trên biển, trục chân vịt bị gãy, rơi chân vịt [1].

Thống kê trên cho thấy, các sự cố hư hỏng xảy ra ở phần hệ động lực tàu cá rất phức tạp và do các nguyên nhân sau: áp suất dầu bôi trơn, nhiệt độ nước làm mát, nhiệt độ khí xả, hư hỏng hộp số, hư hỏng hệ trục do dao động gây ra. Vì vậy, chọn các thông số giám sát phải thể hiện và đại diện cho các trường hợp hư hỏng này.

3.1. Thông số giám sát an toàn kỹ thuật máy chính

(1) Áp suất dầu bôi trơn



1. Cacte dầu;
2. Bơm chuyển;
3. Thùng dầu;
4. Lưới lọc sơ bộ;
5. Bơm dầu bôi trơn;
6. Bầu lọc thô;
7. Đồng hồ áp suất dầu;
8. Đường dầu chính;
9. Đường dầu bôi trơn trực khuỷu;
10. Đường dầu bôi trơn trực cam;
11. Bầu lọc tinh;
12. Đồng hồ nhiệt độ dầu;
13. Bình làm mát dầu;
- 14,15,16. Van an toàn

Hình 3. Hệ thống bôi trơn [2].

Theo sơ đồ trên hình 3, nếu áp suất dầu bôi trơn chỉ thị ở đồng hồ 7 nằm ngoài ngưỡng là do các nguyên nhân:

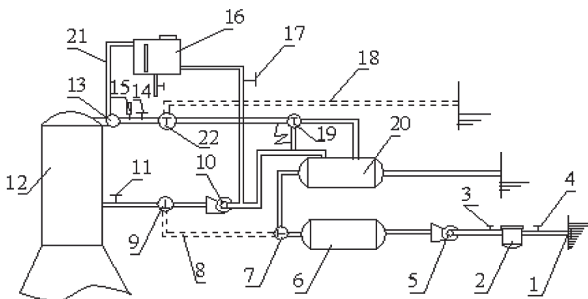
- Dưới mức cho phép:
  - + Thiếu dầu bôi trơn: Dầu mất độ nhớt do quá hạn, lẫn nước hoặc nhiên liệu
  - + Hỏng bơm số 5: Tắc lọc, đường ống trước hoặc vỡ đường ống sau đồng hồ
  - + Khe hở các cặp lắp ghép vượt quá mức cho phép

- Vượt ngưỡng cho phép:

- + Dầu bôi trơn quá đặc
- + Tắc đường ống sau đồng hồ

Hậu quả là: chỉ trong một thời gian rất ngắn, các cặp lắp ghép ma sát bị phá hủy, đặc biệt các ổ đỡ trục khuỷu, động cơ bị tê liệt hầu như không thể khắc phục. Như vậy, áp suất dầu bôi trơn là thông số cảnh báo số cần thiết để giám sát tình trạng kỹ thuật của máy chính.

(2) Nhiệt độ nước làm mát



- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. Van thông biển        | 12. Động cơ               |
| 2. Bầu lọc               | 13. Ống xả                |
| 3,4,11,14. Van chặn      | 15. Nhiệt kế              |
| 5. Bơm nước biển         | 16. Két nước ngọt         |
| 6. Sinh hàn dầu bôi trơn | 17. Van bổ sung nước ngọt |
| 7,9,22. Van 3 ngã        | 19. Bộ điều tiết nhiệt    |
| 8,18. Đường nước sự cố   | 20. Sinh hàn nước         |
| 10. Bơm nước ngọt        | 21. Đường nước dẫn n      |

Hình 4. Hệ thống làm mát [2].

Theo sơ đồ hình 4, nếu nhiệt độ nước tại nhiệt kế 15 vượt ngưỡng do các nguyên nhân:

- Thiếu nước ngọt trong két 16 hoặc hỏng bộ điều tiết nhiệt 19
- Hỏng bình sinh hàn 20 hoặc hỏng bơm nước mặn 5
- Động cơ quá tải

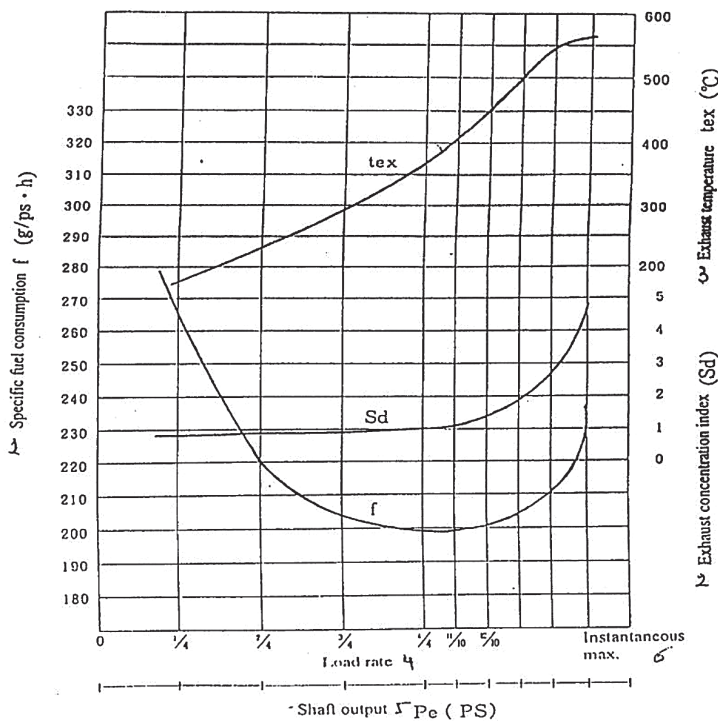
Hậu quả là: Động cơ bị quá tải nhiệt, biến dạng, nứt vỡ nắp xi lanh, sơ mi xy lanh, phá hủy màng dầu bôi trơn dẫn đến cháy bề mặt ma sát, động cơ ngừng hoạt động và việc khắc phục sự cố đặc biệt khó khăn hoặc không thể khắc phục. Vì vậy, nhiệt độ nước ngọt làm mát

động cơ được coi là thông số cảnh báo sự cố.

(3) Nhiệt độ khí xả

Nhiệt độ khí xả của động cơ diesel đồng biến theo theo tốc độ và tải của động cơ [5]

Trên hình 5: Nhiệt độ khí xả vượt ngưỡng cho phép hầu hết là do quá tải, ngoài ra còn có thể do sai lệch góc phun sớm, nứt miệng vòi phun gây cháy rớt. Hậu quả là gây quá tải nhiệt hoặc cả cơ và nhiệt gây biến dạng, nứt vỡ nắp và sơ mi xy lanh, động cơ ngừng hoạt động và việc khắc phục cực kỳ khó khăn hoặc không thể khắc phục khi thiếu phụ tùng thay thế và dụng cụ chuyên dùng.



Hình 5. Đặc tính nhiệt độ khí xả theo tải động cơ YANMAR

(4) Dao động của vỏ máy

Đối với động cơ máy chính tàu cá nếu có số vòng quay lớn hơn 200 vòng/phút thì chọn thông số giám sát là biên độ của vận tốc dao động ngang được đo trên vỏ của máy chính (cả phần bên trên và dưới của vỏ máy). Thông số này phải nằm trong giới hạn cho phép là 15mm/s, trong miền tần số 4Hz-200Hz [4].

3.2. Thông số giám sát an toàn kỹ thuật hộp số

Thông số cảnh báo sự cố hộp số được chọn là áp suất dầu, đây là thông số đảm bảo sự làm

việc của hệ điều khiển thủy lực. Ngoài ra, các sự cố về hệ cơ (khớp nối, bánh răng, ổ đỡ...) được giám sát bởi thông số vận tốc dao động ngang trong vùng tần số 4Hz-1KHz với biên độ giới hạn là 7mm/s [4].

3.3. Thông số giám sát an toàn kỹ thuật hệ trục chân vịt

Hệ trục giống như xương sống của con tàu và có vai trò hết sức quan trọng quyết định đến năng lực hoạt động của tàu. Trong một chừng mực nhất định, độ tin cậy của hệ trục quyết

định độ tin cậy của toàn bộ thiết bị năng lượng tàu, vì vậy, cần đặc biệt chú ý đến các vấn đề thiết kế, chế tạo, lắp ráp cũng như sử dụng hệ động lực tàu. Sự cố khi vận hành khai thác hệ trục thường dẫn đến các công việc sửa chữa rất phức tạp và có thể là nguyên nhân gây ra nạn đắm tàu khi gặp gió bão.

(1) Dao động hệ trục

- Nguồn kích động

+ Từ máy chính: Khi động cơ hoạt động, các lực và mô men tác động lên cơ cấu truyền lực (piston, thanh truyền, trục khuỷu) gồm: Áp lực khí cháy, lực quán tính, trọng lực của các chi tiết, lực ma sát, phản lực liên kết của các chi tiết. Trong đó, đáng kể nhất là lực khí cháy, lực quán tính và phản lực. Chúng là nguồn kích động gây dao động của trục khuỷu. Thành phần gây ra lực quán tính chuyển động quay (do khối lượng của cổ biên, má khuỷu và phần tham gia chuyển động quay của thanh truyền gây ra) đặt tại tâm cổ biên. Lực này tác dụng trực tiếp lên trục khuỷu và phản lực tại ổ đỡ, là nguồn gây dao động của trục khuỷu nói riêng và hệ trục nói chung.

+ Từ hệ trục chân vịt: Hệ trục tàu cá bao gồm mặt bích hộp số, trục chân vịt, chân vịt và ổ đỡ trục, trong đó trục chân vịt là bộ phận cơ bản quan trọng nhất, đóng vai trò trung gian giữa máy chính và thiết bị đẩy trong toàn bộ hệ động lực. Trục có chức năng truyền mômen xoắn từ máy chính đến thiết bị đẩy (chân vịt) và nhận lực đẩy của chân vịt truyền qua gối đỡ chặn đến kết cấu thân tàu để khắc phục sức cản của nước làm cho tàu chuyển động theo một hướng xác định. Chân vịt hoạt động trong trạng thái chịu lực và mô men rất phức tạp và luôn không ổn định là nguồn gây dao động hệ trục.

+ Từ dao động vòm đuôi vỏ tàu: Dao động vòm đuôi tàu do nhiều nguyên nhân như sự hoạt động của chân vịt, áp lực nước, hiệu ứng hồi chuyển của các thiết bị trong buồng máy, độ chính xác trong chế tạo và lắp đặt hệ trục, tình trạng kỹ thuật hệ trục.

- Thông số cảnh báo được chọn là biên độ của vận tốc dao động ngang, không chọn dao động xoắn vì khó đo và đòi hỏi thiết bị đắt tiền. Vận tốc dao động phản ánh độ đồng tâm của hệ trục, khe hở lắp ghép trục và ổ đỡ,.. Như thế, nếu biên độ vận tốc dao động vượt ngưỡng cho phép thì chắc chắn sẽ xảy ra sự cố hệ trục. Đối với hệ trục tàu cá thông thường không có gối đỡ độc lập vì vậy phần dao động của hệ trục sẽ được đo và giám sát thông qua hộp số như đã trình bày ở mục 3.2.

(2) Nhiệt độ gối đỡ

Nhiệt độ gối đỡ phản ánh trạng thái ma sát giữa trục và ổ đỡ: Khe hở lắp ghép và tình trạng bôi trơn, nhiệt độ này vượt ngưỡng sẽ gây sự cố hệ trục. Đối với hệ động lực không có gối đỡ trung gian như tàu cá thì không sử dụng thông số này.

Như vậy các thông số được lựa chọn để cảnh báo sự cố hệ động lực tàu cá bao gồm:

- Máy chính: Áp suất dầu bôi trơn, nhiệt độ khí xả, nhiệt độ nước làm mát, dao động của vỏ máy.

- Hộp số: Áp suất dầu thủy lực; Dao động trục hộp số.

- Hệ trục chân vịt: Dao động hệ trục.

Việc chọn các thông số trên để giám sát hệ động lực tàu cá xa bờ về cơ bản sẽ phát hiện và chẩn đoán được sớm các triệu chứng hư hỏng của hệ động lực giúp tàu hoạt động an toàn và hiệu quả.

**IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Bảo hiểm phi nhân thọ - Bảo Việt Khánh Hòa – hồ sơ lưu trữ.
2. Phùng Minh Lộc (2015), Động cơ đốt trong tàu thủy, Đại học Nha Trang.
3. Trần Thanh Hải Tùng, Nguyễn Lê Châu Thành (2012), Chẩn đoán trạng thái kỹ thuật, Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng.
4. Det Norske Veritas, Vibration class: Part 6 chapter 15 2004, Norway 2011
5. K. Mollenhauer, H. Tschoeke, Handbook of Diesel Engines, DOI 10.1007/978-3-540-89083-6, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.