

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM FLUENT-ANSYS MÔ PHỎNG ĐỘNG LỰC HỌC DÒNG CHẢY QUA LỖ PHUN CỦA VỎI PHUN ĐỘNG CƠ DIESEL THỦY KHÍ SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU HỖN HỢP (DẦU DO-DẦU CỌ) LÀM NHIÊN LIỆU THAY THẾ

FLUENT-ANSYS SOFTWARE APPLICATION SIMULATES THE FLOW DYNAMICS THROUGH THE HOLES OF THE SPRAY NOZZLE OF MARINE DIESEL ENGINE USING MIXED FUEL (DO AND PALM OIL) AS ALTERNATIVE FUEL

NGUYỄN ĐỨC HẠNH¹, ĐẶNG VĂN UY², NGUYỄN ĐẠI AN³

^{1,2,3} Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: nguyendaianh@hvh.edu.vn

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu kết quả mô phỏng số động lực học dòng chảy qua lỗ phun của vòi phun động cơ diesel thủy Hanshin 6LU32 với thông số đầu vào là giống thực tế và kết quả đầu ra là các thông số đặc trưng; đây là 1 phần cơ sở khoa học quan trọng để nghiên cứu thực nghiệm động cơ sử dụng nhiên liệu hỗn hợp (dầu thực vật & DO) nhằm đánh giá quá trình phun nhiên liệu vào buồng đốt động cơ.

Từ khóa: Nhiên liệu hỗn hợp, động lực học dòng chảy, mô phỏng số, động cơ diesel thủy.

Abstract:

The paper introduces the simulation results of the flow dynamics through the holes of the spray nozzle of marine diesel 6LU32 Hanshin with input parameters is the same reality and outputs is the characteristic parameters; This is part of the important scientific basis for empirical studies of engines using mixed fuel (DO and palm oil) in order to evaluate the process of fuel injection into the combustion chamber.

Keywords: Mixed fuel, fluid dynamics flow, simulation, marine diesel engine.

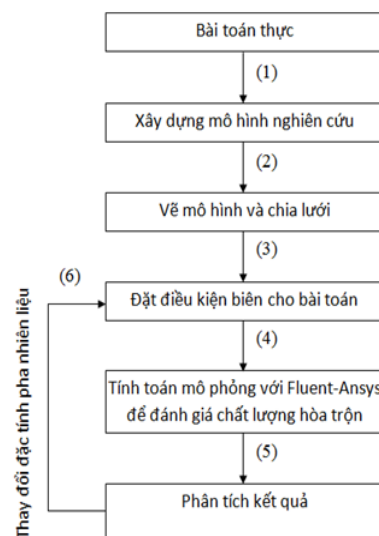
1. Đặt vấn đề

Hiện tại, xu hướng sử dụng nhiên liệu thay thế cho động cơ diesel nói chung và động cơ diesel thủy là rất phổ biến trên toàn thế giới. Bởi vì, các loại nhiên liệu thay thế bao gồm nhiên liệu hỗn hợp và nhiên liệu nhũ tương có khả năng giảm phát thải độc hại trong khí thải của động cơ diesel và giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch trong tương lai.

Tuy nhiên, khi nhiên liệu thay thế có tính chất vật lý khác nhau được sử dụng để thay thế nhiên liệu thông thường cho động cơ diesel có thể ảnh hưởng xấu đến quá trình phun nhiên liệu, hòa trộn - cháy bên trong động cơ, sau đó là ảnh hưởng đến hiệu suất của động cơ. Vì vậy, để sử dụng nhiên liệu hỗn hợp là dầu thực vật trộn với dầu diesel cho động cơ diesel thủy thì rất cần nghiên cứu mô phỏng lực học dòng chảy trong lỗ phun có độ chính xác cao là cơ sở khoa học và tiết kiệm chi phí nghiên cứu thực nghiệm. Do đó trong bài báo này, tác giả sẽ giới thiệu một phương pháp ứng dụng phần mềm Fluent-Ansys tính toán mô phỏng động lực học dòng chảy qua lỗ phun của vòi phun trong động cơ diesel thủy Hanshin 6LU32 sử dụng nhiên liệu hỗn hợp dầu cọ thô – dầu diesel vì đây chính là động cơ mà tác giả cùng nhóm nhà khoa học cộng tác sẽ nghiên cứu thực nghiệm để có cơ sở đánh giá so sánh các kết quả nghiên cứu bằng phương pháp số của mình.

2. Mô phỏng động lực học dòng chảy qua lỗ phun của vòi phun

2.1. Giới thiệu



Hình 1. Sơ đồ khối quy trình ứng dụng Fluent-Ansys để mô phỏng

Trong một chu kỳ hoạt động của động cơ diesel, tác giả tập trung nghiên cứu giai đoạn phun nhiên liệu của vòi phun động cơ. Để thấy rõ giai đoạn nghiên cứu ta xét trên một chu kỳ hoạt động của động cơ diesel 6LU32.

Việc nghiên cứu bằng phương pháp mô phỏng số chính là đi xây dựng các phương trình lý thuyết liên quan đến quá trình lưu động trong các lỗ phun của vòi phun các phương trình cơ bản để áp dụng phương pháp tính động lực học chất lỏng, sau đó tiến hành giải theo điều kiện biên của bài toán (là các thông số hình học – kích thước thật của vòi phun, áp suất phun và áp suất trong buồng đốt tại thời điểm trước khi phun).

Từ đó ta sẽ phân tích được các kết quả một cách kỹ càng hơn, cũng như mở rộng các giả định để nghiên cứu.

2.2. Lựa chọn mô hình tính toán [1],[2],[3]...

Quy trình bài toán tính toán mô phỏng Fluent

Quy trình tính toán mô phỏng được mô tả qua sơ đồ khối gồm 6 bước theo sơ đồ khối và chi tiết trong sơ đồ cây sau:

Nội dung các bước được mô tả chi tiết hơn qua bảng 1

Bảng 1. Quy trình tính toán mô phỏng

Số Bước	Nội dung các bước chính khi thực hiện tính toán mô phỏng số
	Nội dung
1	Vẽ mô hình theo kích thước thật của vòi phun và kim phun, lỗ phun; chia lưới, đặt điều kiện biên (đầu vào, ra, tường tĩnh, tường động) và xuất sang file.mesh. (có thể dùng phần mềm Grid, Gambit hoặc lập trình giải quyết trực tiếp).
2	Kiểm tra lưới (loại lưới, kích thước lưới, số lượng lưới vì điều này liên quan đến cấu hình máy tính thực hiện cũng như độ chính xác của bài toán), chọn mô hình tính toán phù hợp.
3	Đặt cụ thể điều kiện biên cho bài toán. (Áp suất, nhiệt độ trước quá trình phun nhiên liệu được đưa vào theo số liệu thực nghiệm).
4	Đặt độ chính xác (điều kiện hội tụ), bước thời gian, chế độ ghi kết quả tự động cho các biến quan tâm và số vòng lặp cần thiết.
5	Tiến hành tính toán và theo dõi quá trình thực hiện bài toán. (Kết quả tính toán các biến sẽ được hiển thị qua đồ thị theo mỗi bước thời gian và được phân biệt bằng màu sắc để tiện theo dõi, khi biến nào đạt độ chính xác đặt trước thì dừng lại, các biến khác vẫn tiếp tục thực hiện tính toán theo yêu cầu).
6	Khi bài toán hội tụ theo yêu cầu thì ghi lại toàn bộ kết quả và tiến hành phân tích kết quả (lúc này có thể kết hợp thêm các phần mềm khác như Excel, Tecplot hoặc lập trình xử lý) sau đó sẽ thay đổi đặc tính của hỗn hợp (khối lượng riêng và độ nhớt khác).

Đây là bài toán mô phỏng với không gian tính toán 3D dạng khối trụ, do đó ta phải tạo ra các mặt đối xứng khác nhau cũng như các mặt song song với lỗ phun để thể hiện được kết quả tính toán trong toàn bộ không gian ống lỗ phun.

2.3. Các phương án tính toán

Như vậy, ta có thể tổng hợp các phương án tính toán mô phỏng bằng CFD như sau:

- Các điều kiện biên xác định theo đặc điểm động cơ 6LU32 và vòi phun của động cơ này theo bảng 2 [6],[7]...

Bảng 2. Các thông số cơ bản của động cơ diesel Hanshin 6LU32

STT	CÁC THÔNG SỐ	GIÁ TRỊ
1.	Số xy lanh/ thứ tự nổ	6 / 1-4-2-6-3-5
2.	Vòng quay định mức	n= 340 v/ph
3.	Công suất định mức	N _e =1300 HP (970kW)
4.	Đường kính xy lanh	D=320 mm
5.	Áp suất cháy lớn nhất	P _z = 90 KG/cm ²
6.	Góc phun sớm	11 ⁰ trước ĐCT [độ GQTK]
7.	Suất tiêu hao nhiên liệu định mức	g _e =200g/kW.h
8.	Vòi phun trực tiếp (C1 – 31 – 042 – 10 – 130 – 8704)	6 cái, áp suất 280 KG/cm ²

- Đầu vào: gồm 5 phương án nhiên liệu với các tỷ lệ hỗn hợp khác nhau như bảng 3. Các tỷ lệ nhiên liệu hỗn hợp nghiên cứu [8].

Bảng 3. Các tỷ lệ nhiên liệu hỗn hợp nghiên cứu

STT	Đặc tính nhiên liệu	Các loại nhiên liệu hỗn hợp				
		DO	PO10	PO20	PO30	PO100
1	Khối lượng riêng ở 40°C, [kg/dm ³]	0.8447	0.8521	0.8582	0.8650	0.9206
2	Độ nhớt ở 40°C, [kg/m.s]	2.60	3.42	5.31	6.45	40.24
3	Nhiệt trị [MJ/kg]	44.978	43.650	42.960	42.29	40.11

- Đầu ra đánh giá chất lượng quá trình: quá trình phun nhiên liệu hay là quá trình lưu động của dòng chất lỏng trong lỗ phun với các thông số như áp suất phun, áp suất không gian buồng đốt trước khi phun, đường kính lỗ phun và góc nghiêng của lỗ phun là không thay đổi.

2.4. Phương trình cơ bản

Phương trình cơ bản để áp dụng phương pháp tính động lực học chất lỏng bằng phần mềm

Fluent như sau:
$$\frac{D\rho}{Dt} = \rho \nabla \cdot \mathbf{V}_x = 0 \quad (1)$$

Trong đó: $\frac{D\rho}{Dt} = \frac{d\rho}{dt} + \mathbf{V}_x \cdot \nabla \rho$ là đạo hàm vật chất. Bảo toàn động lượng (phương trình của chuyển động):

$$\rho \frac{D\mathbf{V}_x}{Dt} = -\nabla p - \nabla T + \mathbf{p} \cdot \mathbf{f} \quad (2)$$

Bảo toàn năng lượng (phương trình nhiệt độ):

$$\rho C_p \frac{DT}{Dt} = \frac{Dp}{dt} - \nabla p - \varphi \quad (3)$$

Công thức tính góc phun θ của tia phun nhiên liệu theo công thức thực nghiệm Reitz-Diwakar sau:

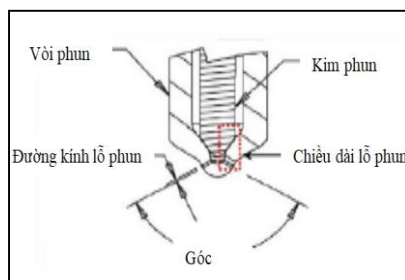
$$\tan \theta = A_1 (\rho / \rho_l)^{1/3} R_{e,l}^{1/3} W_{e,l}^{A_2} \quad (4)$$

Trong đó: $R_{e,l} = \frac{V \cdot D \cdot \rho_l}{\mu_l}$; $W_{e,l} = \frac{V^2 D \rho_l}{\sigma}$; $A_1 = \begin{cases} 0,0001(L/D)^5 & \text{for } L/D < 6 \\ 0,7 & \text{for } L/D > 6 \end{cases}$; $A_2 = \frac{3-L/D}{3L/D}$

ρ -khối lượng riêng của khí [kg/m³]; ρ_l -khối lượng riêng của chất lỏng [kg/m³]; $R_{e,l}$ - hệ số Reynold của chất lỏng; $W_{e,l}$ - hệ số Weber của chất lỏng; μ_l - độ nhớt động học của chất lỏng [kg/m.s]; σ - lực căng bề mặt của chất lỏng [N/m]; V - vận tốc của chất lỏng bên trong vòi phun [m/s]; D - đường kính của lỗ phun [m]; L - chiều dài của lỗ phun [m].

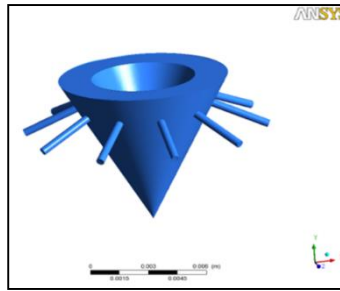
2.5. Xây dựng mô hình nghiên cứu và chia lưới không gian tính toán

- Đặc điểm vòi phun:
 - Áp suất phun: 280 KG/cm²; áp suất trong buồng đốt cuối quá trình nén 60 KG/cm²; đường kính lỗ phun $\theta = 0.42$ mm; chiều dài lỗ phun $d = 3.1$ mm; góc phun 130 độ.
- Đặc điểm chia lưới [2], [3]:

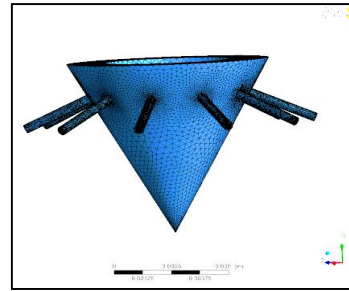


Hình 2. Mặt cắt đầu vòi phun

- Lưới có cấu trúc và thay đổi theo quá trình chuyển động của kim phun;
- Lưới được chia với kích thước khác nhau cho 2 vùng (buồng khe hở và ống lỗ phun);
- Số lượng lưới vào khoảng 700 ngàn đến 1,5 triệu phần tử.



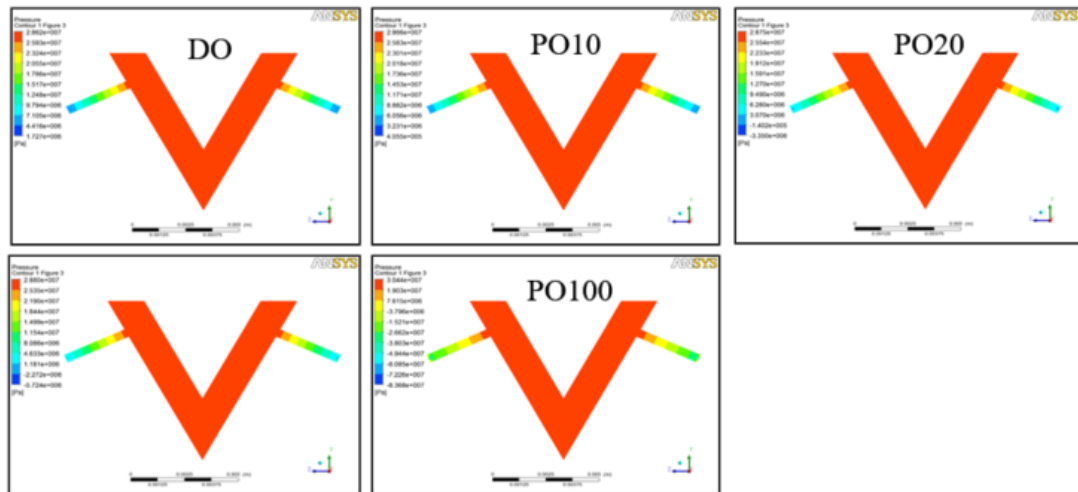
Hình 3. Phần không gian chứa chất lỏng ở đầu vòi



Hình 4. Tiến hành chia lưới không gian tính

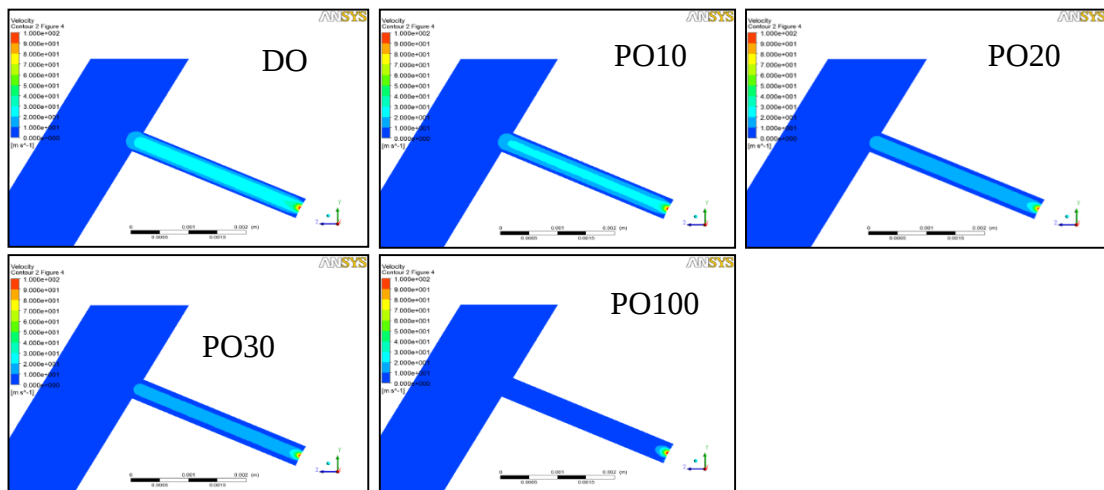
2.6. Kết quả tính toán và thảo luận

2.6.1. Trường phân bố áp suất theo Contour



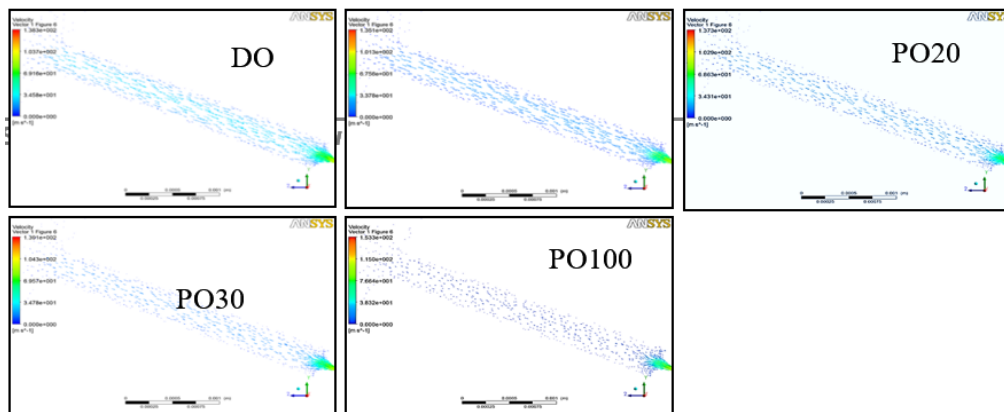
Hình 5. Kết quả trường phân bố áp suất của 5 loại nhiên liệu

2.6.2. Trường phân bố vận tốc theo Contour



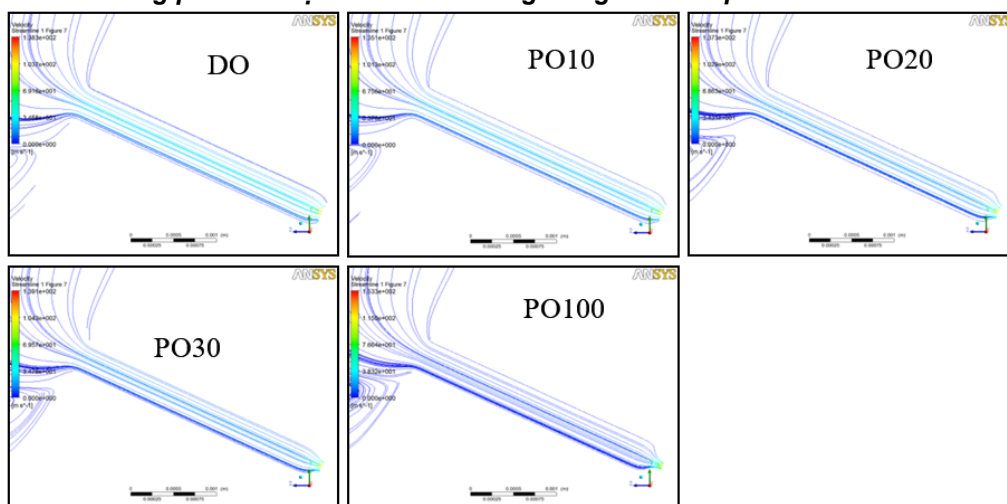
Hình 6. Kết quả trường phân bố vận tốc của 5 loại nhiên liệu

2.6.3. Trường phân bố vận tốc theo Vector



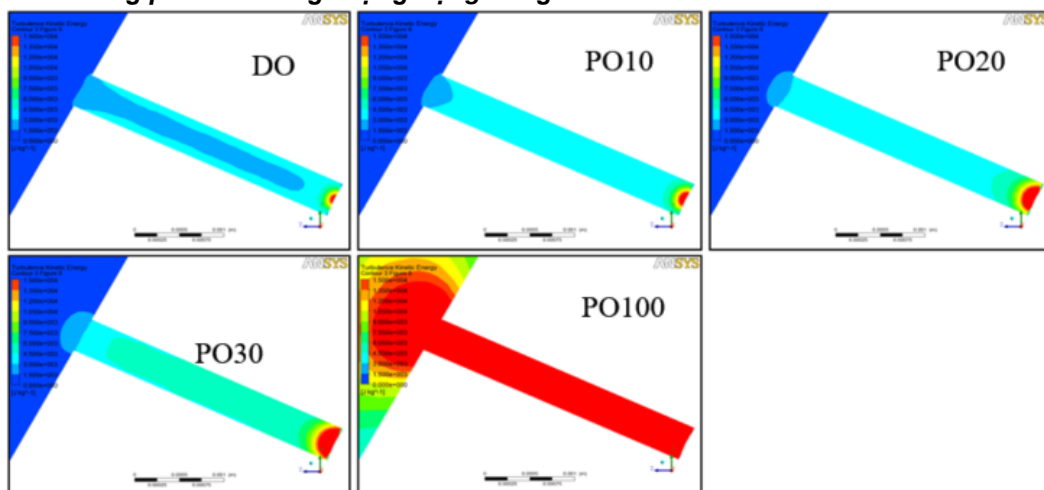
Hình 7. Kết quả trường phân bố vận tốc theo Vector của 5 loại nhiên liệu

2.6.4. Trường phân bố vận tốc theo đường dòng của 1 lỗ phun



Hình 8. Kết quả trường phân bố vận tốc theo đường dòng của 5 loại nhiên liệu

2.6.5. Trường phân bố năng lượng động năng rối



Hình 9. Kết quả trường phân bố theo năng lượng động năng rối của 5 loại nhiên liệu

2.6.6. Phân tích kết quả:

1. Theo trường phân bố áp suất (hình 5) nhận thấy có sự khác biệt giữa 5 loại nhiên liệu khi lưu động trong lỗ phun. Các đoạn màu trong lỗ phun vuông góc với đường tâm lỗ chứng tỏ các mặt cắt ngang đẳng áp này cũng vuông góc với đường tâm lỗ nên thể hiện dòng chảy suôn đều.
2. Trường phân bố vận tốc theo Contour (hình 6): các hình ảnh cho thấy sự khác nhau phụ thuộc vào độ nhớt của nhiên liệu.
 - a. Màu đỏ thể hiện vận tốc cao nhất tại đầu lỗ phun vào buồng đốt. Đối với DO thì tăng tốc sớm nhất, tổn thất năng lượng trong lỗ lớn nhất và chất lượng phun tốt nhất.
 - b. Đối với PO100 nhiên liệu gần đầu ra lỗ phun mới tăng tốc, tổn thất năng lượng nhỏ nhất, nhưng chất lượng phun nhiên liệu kém nhất.
 - c. Còn đối với PO20 ta thấy trung hòa nhất giữa DO và PO100 thể hiện là nhiên liệu có tăng tốc sớm trong lỗ phun (muộn hơn so với DO và sớm hơn so với PO100) nên chất lượng phun được đảm bảo.
3. Trường phân bố vận tốc theo Vector (hình 7): hình ảnh các vector vận tốc có phương theo dòng chảy suôn đều và tăng tốc ở đầu ra. Đối với nhiên liệu DO thì tăng tốc sớm nhất (có nhiều hạt xanh dương trong lõi) và PO100 thì tăng tốc chậm nhất.
4. Trường phân bố vận tốc theo đường dòng của 1 lỗ phun (hình 8): cho biết hình ảnh dòng chảy của nhiên liệu trong lỗ phun, tất cả các trường hợp thì lưu động của nhiên liệu khá suôn đều trong ống, không bị rối dòng.
5. Trường phân bố năng lượng động năng rối theo đơn vị [J/kg] (hình 9) cho thấy nhiều sự khác biệt giữa các loại nhiên liệu.
 - a. Đối với DO thì tăng dần từ đầu ống đến cuối ống lỗ phun nên đạt hiệu quả phun cao nhất.
 - b. Đối với PO100 có màu đỏ đồng đều do loại nhiên liệu này có khối lượng riêng và độ nhớt cao nên năng lượng động năng rối phải tăng cao thì nhiên liệu mới phun được vào buồng đốt.
 - c. Còn đối với PO20 có sự biến đổi năng lượng động năng rối đều hơn so với PO10 và PO30, phân bố đều và tăng dọc theo ống trụ của lỗ phun.

3. Kết luận

Như vậy việc ứng dụng phần mềm Fluent-Ansys mô phỏng số động lực học dòng chảy qua lỗ phun của vòi phun động cơ diesel thủy Hanshin 6LU32 đã thể hiện rõ hiệu quả qua các kết quả thu được như phân bố áp suất, vận tốc, đường dòng, động năng rối...đặc biệt việc nghiên cứu bằng phương số cho phép ta phân tích kỹ và là cơ sở minh chứng khoa học khi nghiên cứu thực nghiệm.

Trong phần nghiên cứu tiếp nhóm tác giả sẽ tiến hành nghiên cứu thực nghiệm trên động cơ diesel 6LU32 để đánh giá chất lượng phun nhiên liệu hỗn hợp dầu diesel-dầu cọ nhằm tìm ra loại nhiên liệu hỗn hợp cho chất lượng hòa trộn-cháy tốt nhất đảm bảo hiệu suất, suất tiêu hao nhiên liệu động cơ và hàm lượng NO_x trong giới hạn theo Phụ lục VI Marpol 73/78.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Besson, M., et al., 2000 *Experimental analysis of combustions flows developing over a plane symmetric expansion*. Journal of Thermophysics and Heat Transfer, 14(1), 59-67.
- [2] Nguyen P. K. et al. (2004): *Turbulent reacting flow in a dump combustor: some specific aspects related to the boundary conditions*. 7th Asia-Pacific International Symposium on Combustion and Energy Utilization (APISCEU), Hong Kong.
- [3] Roland BORGHI, Michel DESTRIAU avec la collaboration de Gérald DE SOETE : *La Combustion et Les Flammes*.
- [4] Centre d'Instruction de Vilgenis: *Formation Turbo Réacteur*(édition 11/1996)
- [5] Groupement Français de Combustion(Section Française du Combustion Institute): *Les Mots de Combustion*(édition zéro 11/1993)
- [6] John B.Lehywood; *INTERNAL COMBUSTION ENGINE FUNDAMENTALS*; 1988 by McGraw-Hill;
- [7] Dang Van Uy & Research Team; *Research and develop a technology solution in order to convert marine diesel engines of small and medium scale to use blended straight vegetable oils as alternative fuel*, No.04.11/NLSH, Haiphong 2014;
- [8] Dang Van Uy & Research Team; *To Build up Technical and Management Solutions in Order to Decrease Fuel Expenditures for Vietnam National Ocean Fleet*; Ministry of Transportation, Hanoi 2014;

THIẾT KẾ MẠCH LOGIC KHỞI ĐỘNG TỪ XA CHO ĐỘNG CƠ DIESEL CHÍNH TÀU THỦY 7UEC45LA

REMOTE STARTING LOGICAL CIRCUIT DESIGN FOR MAIN MARINE DIESEL ENGINE 7UEC45LA

Trương Văn Đạo

Khoa Máy Tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Bài báo trình bày các bước cơ bản để thiết kế một mạch logic cho chức năng khởi động động cơ Diesel tàu thủy. Đây là một trong các mạch điều khiển quan trọng của hệ thống tự động điều khiển từ xa động cơ Diesel chính tàu thủy.

Abstract:

The article presents essential steps to design a logic circuit for the start function of marine Diesel engines. This is one of the most important control circuits of remote control systems for marine Diesel engines.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, ngành công nghiệp tàu thủy nước ta đã đóng và xuất khẩu các loại tàu có sức chở đến 53 nghìn tấn, cho các chủ tàu trong và ngoài nước. Từng bước đầu tư nâng cao năng lực đóng và sửa chữa các loại tàu có tính năng phức tạp như: tàu container 1.700, tàu chở dầu 13.500 tấn, tàu hút bùn 1.500 m³/giờ, tàu cao tốc, tàu kéo 6.000 sức ngựa... và đang triển khai đóng các loại tàu có trọng tải lớn hơn nữa.

Tuy nhiên, theo đánh giá của một số chuyên gia, ngành công nghiệp đóng tàu Việt Nam hiện chủ yếu vẫn là lắp ráp, các hệ thống phức tạp vẫn phải nhập ngoại. Do vậy, năng lực cạnh tranh của ngành chưa cao.

Mục tiêu phấn đấu, sau năm 2020, công nghiệp phụ trợ cung cấp được một số vật tư, máy móc, thiết bị chiếm tỷ lệ 70% giá trị con tàu, bảo đảm cho ngành công nghiệp tàu thủy đủ năng lực cạnh tranh trên thị trường đóng tàu quốc tế.

Qua nghiên cứu, khảo sát tác giả nhận thấy rằng một số trang thiết bị trên tàu thủy hoàn toàn có thể chế tạo được ở trong nước với chất lượng tương đương hàng ngoại và giá cả cạnh tranh. Hệ thống tự động điều khiển từ xa là một ví dụ mà tác giả đang theo đuổi nghiên cứu.

2. Thiết kế mạch logic hệ thống điều khiển từ xa

Hệ thống điều khiển từ xa thực chất là một hệ thống chuyển đổi 4 trạng thái cơ bản của một hệ động lực tàu thủy đó là: dừng bình thường, dừng sự cố, hoạt động bình thường và hoạt động sự cố. Ứng với mỗi quá trình chuyển đổi trạng thái đó ta có một mạch điều khiển tương ứng. Các mạch điều khiển này thực hiện một hay nhiều chức năng và được xây dựng trên cơ sở các mạch logic. Trong khuôn khổ của bài báo, tác giả sẽ trình bày cụ thể quy trình xây dựng mạch logic điều khiển khởi động động cơ diesel chính như một ví dụ minh họa.

2.1. Mô tả bằng lời hoạt động của mạch khởi động động cơ Diesel chính tàu thủy

a/ Giai đoạn 1: Chuẩn bị (chuẩn bị máy)

1. Khởi động động cơ điện lại bơm dầu bôi trơn độc lập.
2. Via máy: Kiểm tra xem động cơ có bị kẹt, hoặc có chất lỏng trong xi lanh hay không?
3. Ra máy via
4. Ngắt hãm máy chính
5. Khởi động bơm nước ngọt và nước biển làm mát động cơ
6. Bật các công tắc cấp nguồn cho hệ thống điện điều khiển
7. Cấp khí khởi động và khí điều khiển cho hệ thống
8. Lựa chọn vị trí điều khiển hệ thống

b/ Giai đoạn 2: sẵn sàng

1. Kiểm tra vị trí trục cam, nếu chưa đúng yêu cầu thì tiến hành đảo chiều – đèn chỉ báo vị trí trục cam sáng

2. Kiểm tra lại các điều kiện khởi động

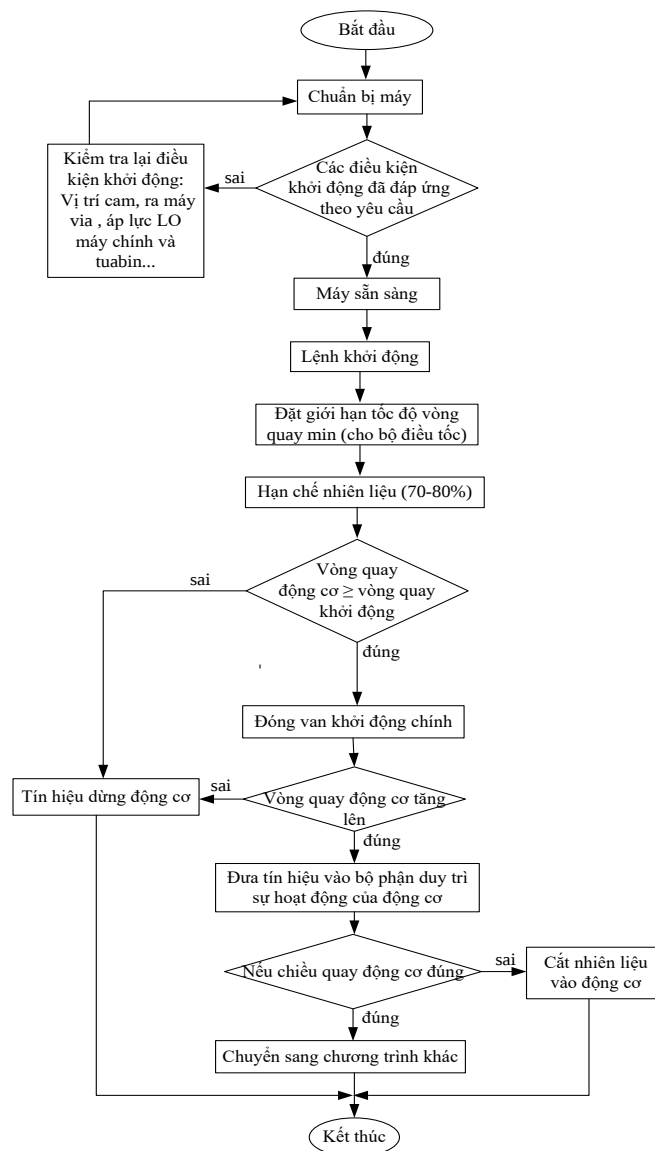
b/ Giai đoạn 3: Khởi động máy

1. Đưa tay điều khiển (ấn nút) khởi động:
 - a. Cắt hoặc hạn chế lượng nhiên liệu

- b. Cấp khí khởi động cho hệ thống khởi động
2. Sau một thời gian định trước (t_{start}) cắt khí khởi động
3. Cấp nhiên liệu (bỏ giới hạn nhiên liệu)
- a. Nếu tốc độ quay tăng lên, báo “Khởi động thành công” và chuyển sang chương trình tăng tốc
- b. Nếu tốc độ quay không tăng lên, báo “ khởi động không thành công” và tiếp tục khởi động thêm 2 đến 3 lần nữa
- c. Sau khi hết số lần khởi động mà vẫn không được thì báo “ Khởi động thất bại”

2.2. Sơ đồ thuật toán.

Trong quá trình thiết kế hệ thống điều khiển động cơ thì việc xây dựng sơ đồ thuật toán là khâu quan trọng. Từ đó giúp cho người thiết kế kiểm soát được các chức năng của hệ thống, không bị sai sót khi đặt biến logic. Ngoài ra, nó giúp cho người thiết kế hình dung được trình tự và nhiệm vụ của các phần tử trong hệ thống. Từ việc mô tả chức năng của hệ thống ta xây dựng được sơ đồ thuật toán hình 2.1.



Hình 2.1. Sơ đồ thuật toán khởi động

2.3. Xây dựng hàm logic.

•Đặt biến logic

a. Tín hiệu vào

x1: Khí điều khiển	x12: Tín hiệu mất áp lực dầu “LO” máy chính
x2: Vị trí điều khiển	x13: Tín hiệu mất áp lực dầu “LO” tua bin
x3: Tín hiệu khởi động tại máy	x14: Tín hiệu quá tốc
x7 : Tín hiệu dừng sự cố bằng tay	x15: Tín hiệu động cơ quay sai chiều
x8: Tín hiệu cam xác lập ở vị trí tiến	x17: Tín hiệu dừng động cơ từ xa
x9: Tín hiệu cam xác lập ở vị trí lùi	x21: Tín hiệu tay điều khiển để ở vị trí stop
x11: Tín hiệu ra máy via	

b. Tín hiệu ra

Y1: Tín hiệu thực hiện mở van khí khởi động chính

•Khởi động tại máy:

Để thực hiện khởi động tại máy cần có đồng thời các điều kiện sau:

- Có khí điều khiển dịch trực cam: x23
- Máy via ra: x11
- Cam ở vị trí xác lập tiến hoặc lùi x8 hoặc: x9
- Có tín hiệu điều khiển khởi động tại máy: x3

Khi có đầy đủ các điều kiện trên thì van khởi động chính được mở cấp khí khởi động đến các xy lanh động cơ.

$$Y1 = x3x11x23(x8 + x9)$$

•Khởi động từ xa

Để thực hiện khởi động từ xa cần có đồng thời các điều kiện sau:

- Tín hiệu khí điều khiển: x1
- Vị trí điều khiển từ xa: x2
- Tín hiệu điều khiển khởi động từ xa: x16
- Có khí điều khiển dịch trực cam: x23
- Máy via ra: x11
- Cam ở vị trí xác lập tiến x8 hoặc lùi: x9
- Không có tín hiệu khóa điều kiện khởi động: $\overline{k}$

Khi có đồng thời các tín hiệu trên thì sẽ có tín hiệu Y1 đến mở van khởi động chính

$$Y1 = x1x2x16\overline{k}x23x11(x8 + x9)$$

Tín hiệu khóa khởi động k xuất hiện trong quá trình khởi động khi áp lực dầu bôi trơn máy chính x12 hoặc áp lực dầu bôi tua bin x13 thấp hơn mức cho phép: $k = x12 + x13$

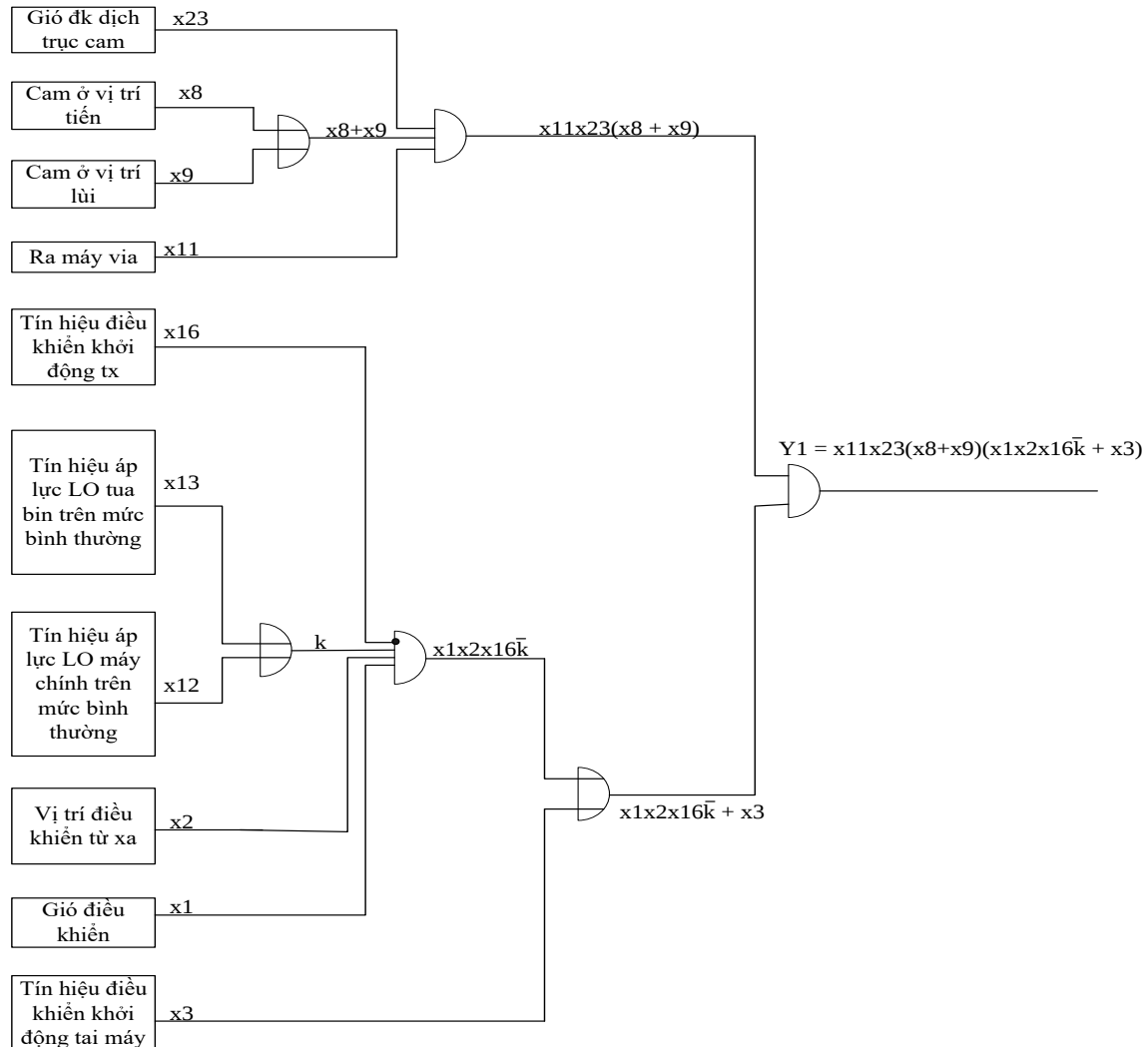
Trong quá trình khai thác ta có thể khởi động ở một trong hai vị trí trên vì vậy ta có:

$$Y1 = x3x11x23(x8 + x9) + x1x2x16\overline{k}x23x11(x8 + x9) \quad (1)$$

$$= x_{11}x_{23}(x_8 + x_9)(x_3 + x_{12}x_{16}\bar{k})$$

2.4. Sơ đồ mạch logic khởi động động cơ.

Từ phương trình logic (1) ta xây dựng được mạch logic hình 2.2



Hình 2.2. Sơ đồ logic mạch khởi động động cơ Diesel

3. Kết luận

Bài báo đã trình bày trình tự các bước xây dựng mạch logic cho mạch khởi động của hệ thống tự động điều khiển từ xa động cơ Diesel tàu thủy. Đây sẽ là cơ sở để thiết kế, mô phỏng và chế tạo các mạch logic khác cho hệ thống tự động điều khiển từ xa động cơ Diesel chính tàu thủy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Thương Ngô (1999), *Lý thuyết điều khiển hiện đại*, Nxb Khoa học và kỹ thuật.
- [2]. Đặng Văn Uy (2004), *Hệ thống tự động hệ động lực tàu thủy*, Trường Đại học Hàng Hải.
- [3]. HHI-sulzer.5rta52u (1997), *Main engine remote control system*, Japan
- [4]. The hanshin diesel works co, TD. *Remote control system*, A-F-1, Japan

MỘT SỐ GIẢI PHÁP TRONG THIẾT KẾ VÀ KHAI THÁC ĐỂ HẠN CHẾ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH KINH TẾ VÀ TÌNH TRẠNG KỸ THUẬT CỦA ĐỘNG CƠ KHI CHUYỂN ĐỔI NHIÊN LIỆU LƯU HUỖNH CAO SANG NHIÊN LIỆU LƯU HUỖNH THẤP ĐÁP THEO YÊU CẦU CỦA PHỤ LỤC VI – MARPOL

METHODS ON DESIGNING AND OPERATION TO REDUCE THE AFFECT ON ECONOMY AND TECHNICAL CONDITION OF MARINE DIESEL ENGINE WHEN CHANGING FROM HFO TO MGO WITH LOW SULPHUR CONTENT AS ANNEX VI – MARPOL

Mai Thế Trọng

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Bài báo phân tích ảnh hưởng của việc sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao tới môi trường, giới thiệu qui định của MARPOL về việc chuyển từ nhiên liệu lưu huỳnh cao sang lưu huỳnh thấp, phân tích ảnh hưởng của việc chuyển đổi tới tính kinh tế và tình trạng kỹ thuật của động cơ và giới thiệu một số giải pháp cơ bản để hạn chế.

Abstract:

This article analysis affect of using high sulphur fuel to environment, brief introduces regulation of MARPOL when changing from high sulphur fuel to low sulphur fuel to economy and technical condition of engine and also introduce some basically countermeasures.

Key words: marine diesel engine, high sulphur fuel, low sulphur fuel, base number, total base number, fuel oil system, lub oil system, chiller system, countermeasures...

1. Giới thiệu

Trong khi việc đưa ra những giải pháp hoán cải động cơ hay thiết kế các hệ thống xử lý, hấp thụ nhằm làm sạch nguồn SO_x phát ra vẫn chưa cho thấy những hiệu quả rõ rệt về mức độ giảm thiểu cũng như tính kinh tế thì việc hạn chế phát thải SO_x ra môi trường bằng cách hạn chế trực tiếp nguồn gây ô nhiễm là hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu vẫn được xem là giải pháp hữu hiệu. Việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu từ có hàm lượng lưu huỳnh cao sang có hàm lượng lưu huỳnh thấp để đáp ứng yêu cầu của điều luật dẫn đến một số tồn tại trong khai thác, vận hành hiệu quả động cơ.

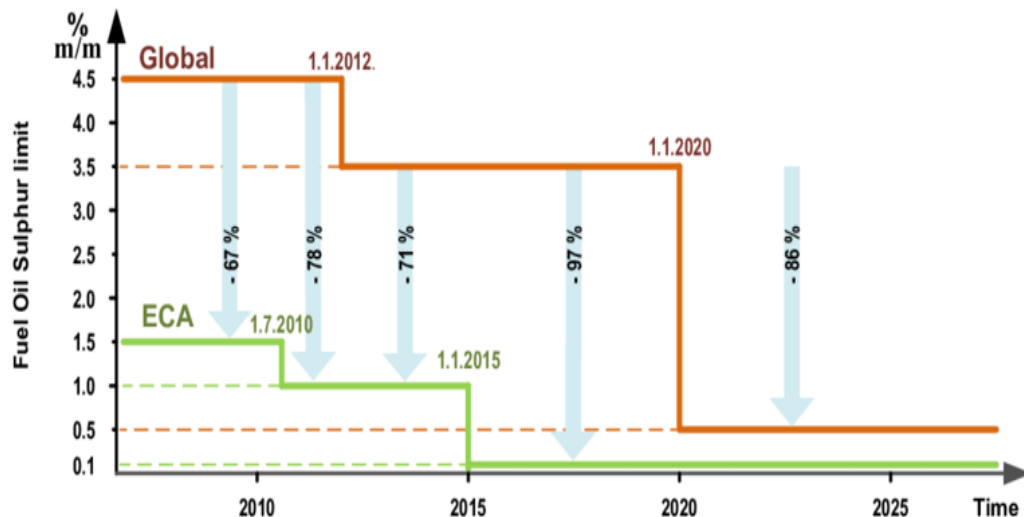
2. Tác hại của lưu huỳnh trong nhiên liệu tới môi trường và động cơ [5]

Lưu huỳnh có trong nhiên liệu sử dụng cho động cơ, khi tham gia vào quá trình cháy sẽ kết hợp với oxy để tạo nên khí SO_x phát thải ra môi trường. Nguồn SO_x là tác nhân chính gây nên hiện tượng mưa axit.

Bên cạnh đó, lưu huỳnh trong nhiên liệu khi tham gia vào quá trình cháy trong buồng đốt động cơ sẽ kết hợp với hơi nước sẽ tạo nên axit sunfuric. Hơi axit hình thành sẽ ngưng tụ ở nhiệt độ nhất định (nhiệt độ điểm sương – dew point) bám vào thành vách sơ mi xi lanh và các chi tiết khác của động cơ như xu páp, vòi phun, mặt qui lát, ống bao vòi phun, ống phun tuabin... gây ăn mòn cho các chi tiết và làm giảm tuổi thọ động cơ, gây tổn thất kinh tế cho vấn đề khai thác tàu.

3. Phụ lục VI Marpol của IMO về vấn đề ngăn ngừa ô nhiễm do lưu huỳnh trong nhiên liệu [3]

Phụ lục VI Marpol đã xác định cho toàn cầu và các khu vực cần được kiểm soát nồng độ SO_x (SECA-SO_x Emission Control Area) từ năm 2006. Theo lộ trình hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu tiếp tục được giới hạn như biểu đồ trong hình 1 dưới đây:



Hình 1: Lược đồ sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp

4. Phân tích ảnh hưởng của việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao sang thấp [2, 3]

4.1. Giá cả và chi phí

Trở ngại chính của việc chuyển đổi nhiên liệu từ HFO có độ nhớt cao (180-380Cst) sang nhiên liệu chưng cất tinh là Gas Oil (MGO) hay nhiên liệu Diesel Oil (MDO) có hàm lượng lưu huỳnh thấp và độ nhớt thấp là việc chi phí giá cả. Như chỉ ra ở đồ thị ở hình 3, giá thành cho nhiên liệu khi đó sẽ đắt gấp 2 lần do chi phí cho bản thân giá thành MGO và MDO và cả chi phí cho việc khử lưu huỳnh.

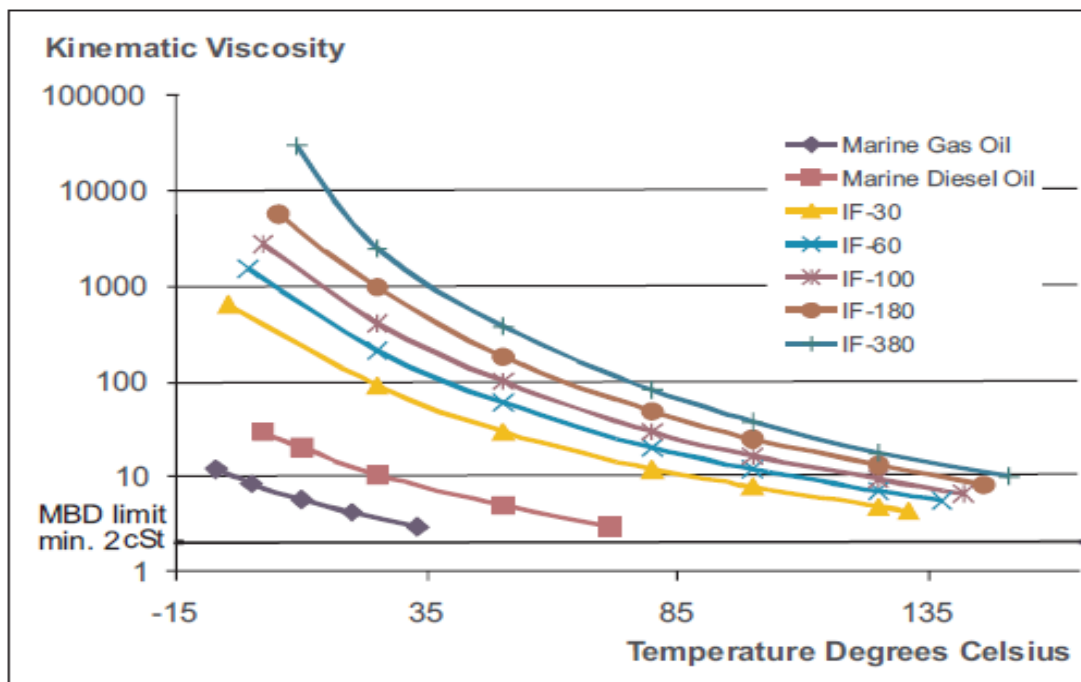


Hình 2: Biểu đồ giá khi sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp và cao

4.2. Ảnh hưởng tới độ nhớt của nhiên liệu

Độ nhớt của nhiên liệu ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng phun sương của nhiên liệu vào buồng đốt động cơ. Ngoài ra còn ảnh hưởng đến tình trạng kỹ thuật của cụm bơm cao áp – vòi phun. Hiện nay các động cơ diesel 2 kỳ cỡ lớn thường được các hãng khuyến cáo chọn giá trị độ nhớt trong khoảng 10-17 cSt để đảm bảo chất lượng phun sương là tốt nhất. Với việc chuyển sang nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp, độ nhớt ở nhiệt độ chuẩn 15°C thường rất thấp, như với MDO chỉ khoảng 2 cSt. Điều này sẽ ảnh hưởng nhiều đến tình trạng phun sương của nhiên liệu

cũng như chất lượng quá trình cháy của động cơ. Hình 3 thể hiện mối tương quan nhớt – nhiệt của các loại nhiên liệu. Để có được chất lượng phun nhiên liệu tốt cần phải điều chỉnh nhiệt độ phù hợp.



Hình 3: Tương quan nhớt – nhiệt của các loại nhiên liệu

4.3. Ảnh hưởng tới trị số kiềm (BN) trong dầu bôi trơn cho sơ mi xi lanh động cơ

Chỉ số kiềm (BN-Base Number) hay chỉ số kiềm tổng TBN (Total Base number) là thước đo khả năng của dầu bôi trơn sơ mi xi lanh để trung hòa các sản phẩm axit. Hàm lượng BN hay TBN càng cao thì trung hòa được càng nhiều axit và ngược lại. Tuy nhiên BN hay TBN phải phù hợp với nhiên liệu vì nếu nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp thì BN hay TBN sẽ thừa và khi tham gia vào quá trình cháy lượng thừa đó sẽ dẫn tới hình thành các cấu gây mài mòn cho các chi tiết của động cơ. Nguy hiểm đó có thể được diễn giải như sau:

- **Nếu sử dụng nhiên liệu low sulphur và dầu bôi trơn high BN:** Sẽ dẫn tới việc hình thành tro canxi quá mức, các tro canxi đó sẽ hình thành lớp cấu cặn trên đỉnh piston, xu páp, tuabin và thành vách xi lanh. Lớp cấu này rất cứng và gây mài mòn rất lớn cho các chi tiết.
- **Nếu sử dụng nhiên liệu high sulphur và dầu bôi trơn low BN:** Nếu không đủ BN thì việc trung hòa các axit sẽ không đạt được và các axit này sẽ dẫn tới ăn mòn các chi tiết của động cơ. Mặt khác để tăng BN bằng cách tăng lượng dầu bôi trơn cung cấp sẽ ảnh hưởng tới chế độ bôi trơn.

5. Các giải pháp đề xuất nhằm hạn chế ảnh hưởng

5.1. Giải pháp của các hãng về sự phù hợp giữa BN trong dầu bôi trơn và hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu

Để đạt được mức độ phù hợp giữa BN và lưu huỳnh trong nhiên liệu để ngăn ngừa các nguy cơ như trên, các hãng chế tạo động cơ đã tiến hành nghiên cứu và đưa ra các giải pháp như sau [4]:

Với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh < 1%:

- Nên sử dụng dầu bôi trơn có BN 40/50.

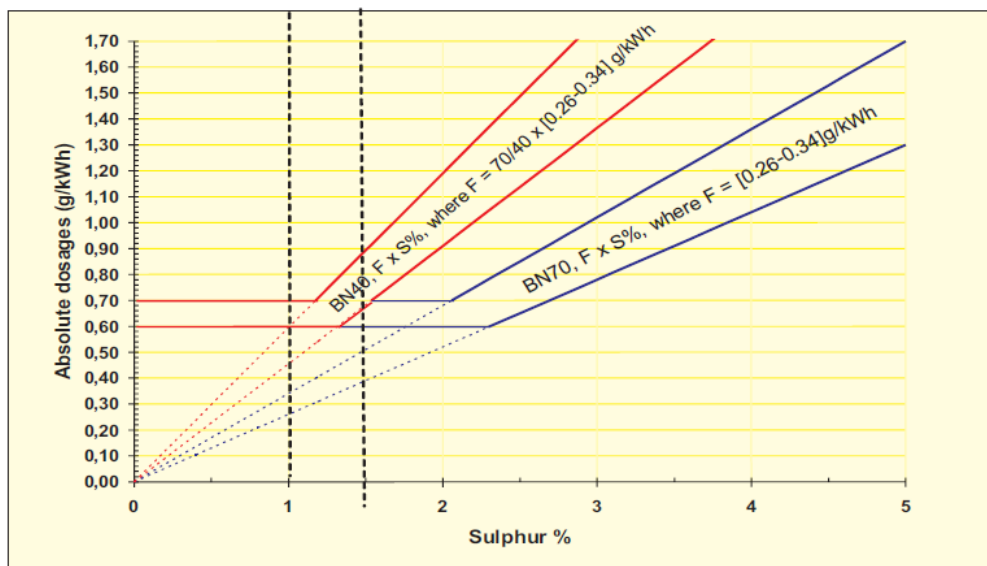
- Việc chuyển đổi từ dầu bôi trơn BN70/80 sang BN40/50 chỉ thực hiện khi khai thác động cơ với nhiên liệu có S<1% lớn hơn 1 tuần.

Với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh từ 1-1.5%:

- Cả BN40/50 và BN70 đều có thể sử dụng được (hình 4)

Với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh lớn hơn 1.5%:

- BN70 được khuyến cáo thường xuyên sử dụng.



Hình 4: Tương quan giữa hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu và BN trong dầu bôi trơn

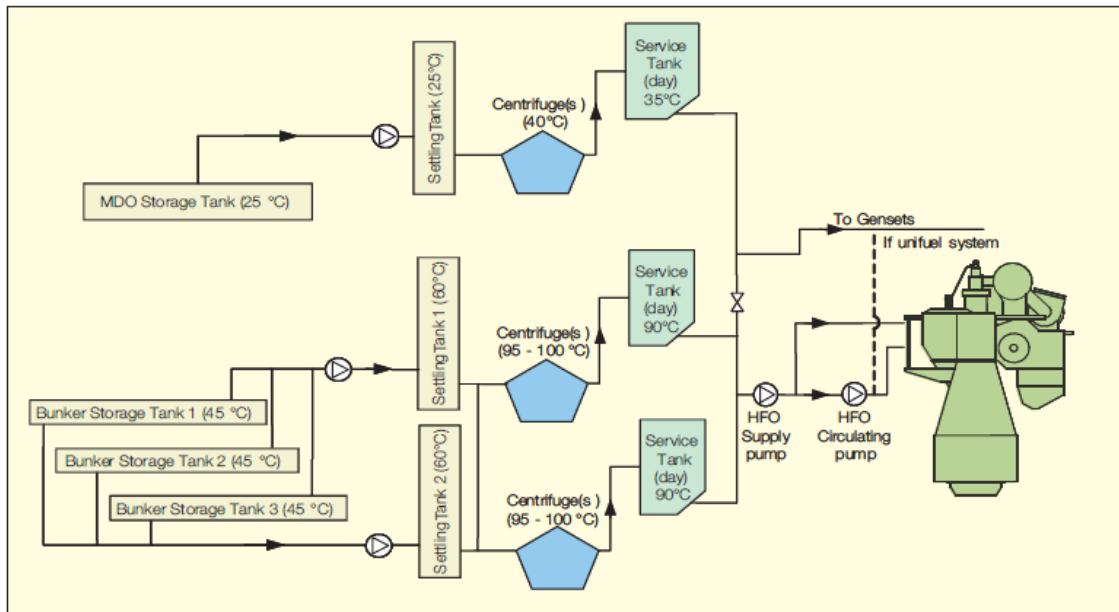
5.2. Giải pháp về định đặt lượng cung cấp dầu bôi trơn sơ mi xi lanh cho động cơ

Trong trường hợp với các tàu chưa có hệ thống kết riêng biệt phục vụ chuyển đổi dầu xy lanh, két chứa thuần túy là dầu TBN70, cách tốt nhất là nên điều chỉnh lượng cung cấp dầu bôi trơn sơ mi xi lanh cho hợp lý.

Khi sử dụng nhiên liệu có hàm lượng thấp S<1.5% nên giảm feed rate tối thiểu có thể. Khi sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao nên tăng feed rate. Tất nhiên việc điều chỉnh feed rate phải kết hợp với việc kiểm soát chặt chẽ theo qui định về chế độ bôi trơn của hãng. Đặc biệt việc kiểm tra tình trạng piston, séc măng, sơ mi phải được thực hiện thường xuyên hơn, cẩn thận hơn để giám sát chế độ bôi trơn tránh bị ảnh hưởng của mài mòn.

5.3. Giải pháp dùng hệ thống nhiên liệu mới của hãng Man B&W khi chuyển đổi nhiên liệu [3]

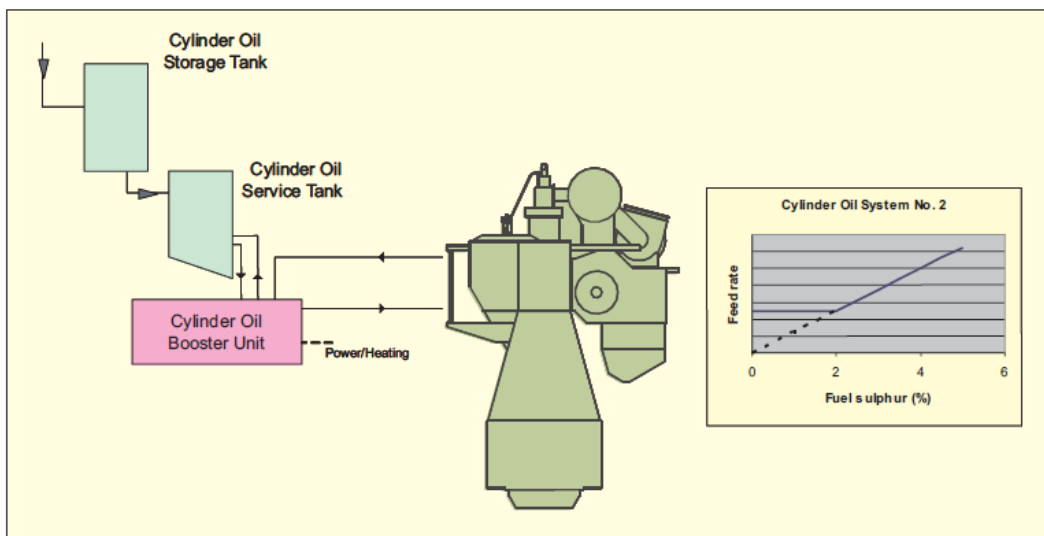
Hệ thống bố trí thêm 01 hệ thống HFO phục vụ độc lập cho việc chứa, lắng, lọc và trực nhật nhiên liệu low và high sulphur riêng rẽ. Đây được xem là giải pháp hữu hiệu nhất hiện nay, mặc dù chi phí ban đầu bỏ ra có thể hơi tốn kém, nhưng khi chuyển đổi bằng hệ thống riêng rẽ, tình trạng kỹ thuật của động cơ sẽ ít bị ảnh hưởng nhất và hơn thế nó còn đảm bảo các yêu cầu về việc kiểm soát, vệ sinh kết, qui trình hòa trộn theo yêu cầu của MARPOL.



Hình 5. Hệ thống gồm 2 hệ thống HFO riêng rẽ

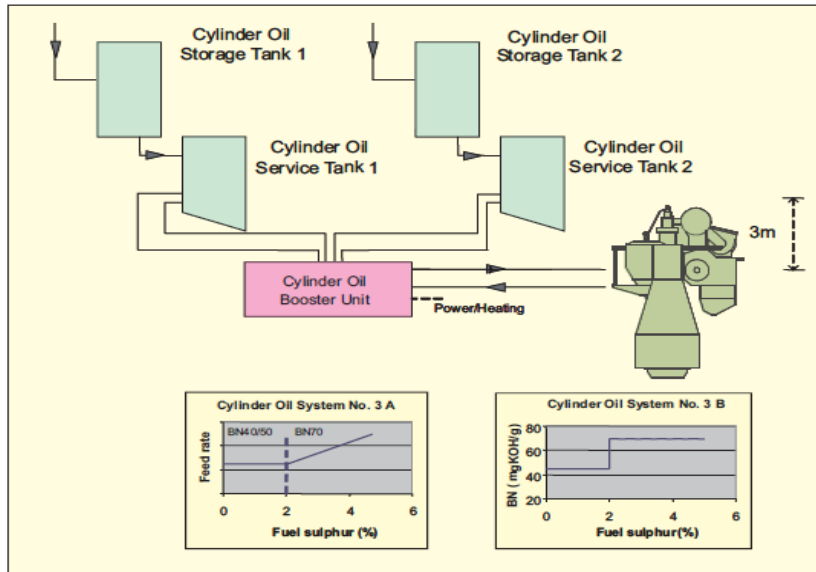
5.4. Giải pháp sử dụng hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh điều khiển điện tử và độc lập từng kết tương ứng giá trị BN khác nhau.

Hệ thống mới cũng tương tự như hệ thống truyền thống tuy nhiên có áp dụng cylinder oil booster unit, đây là hệ thống cung cấp dầu bôi trơn sơ mi xi lanh áp dụng biện pháp điều chỉnh chế độ bôi trơn bằng điện tử nhằm hoàn thiện chế độ bôi trơn cho động cơ theo tải và vòng quay. Thông thường hiện nay Alpha-Lubricator system được dùng cho tất cả các động cơ của hãng Man B&W.



Hình 6. Hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh điện tử

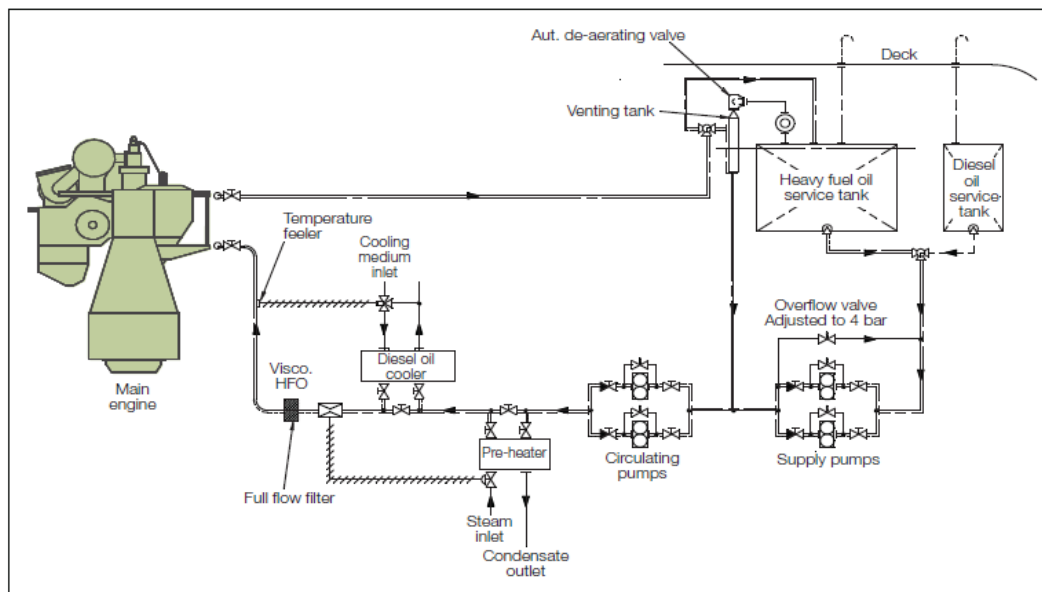
Trang bị 2 hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh phục vụ riêng cho từng loại BN, đảm bảo việc chuyển đổi nhiên liệu không ảnh hưởng tới chế độ bôi trơn, ăn mòn và mài mòn động cơ.



Hình 7. Hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh sử dụng độc lập từng loại BN

5.5. Giải pháp lắp đặt Cooler và Chiller để giảm ảnh hưởng của độ nhớt [3]

Độ nhớt của nhiên liệu phun vào động cơ có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình cháy cũng như độ bền của động cơ. Để đảm bảo vấn đề này khi chuyển đổi nhiên liệu hãng Man B&W và nhiều hãng đã và đang lắp đặt thêm các hệ thống làm mát hay làm lạnh nhiên liệu có độ nhớt quá thấp để tăng độ nhớt cho nhiên liệu phun vào động cơ. Mô hình kết hợp sinh hàn (cooler) và máy làm lạnh cũng như nguyên lý hoạt động của hệ thống được thể hiện trên hình 8.



Hình 8. Hệ thống làm lạnh nhiên liệu để tăng độ nhớt

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Việc chuyển đổi sử dụng nhiên liệu từ hàm lượng lưu huỳnh cao sang hàm lượng lưu huỳnh thấp để đáp ứng luật về môi trường của MARPOL kéo theo nhiều vấn đề liên quan trong khai thác.

Trong khuôn khổ bài báo, tác giả đã trình bày tóm tắt những ảnh hưởng và biện pháp hạn chế ảnh hưởng đó trên quan điểm thiết kế và khai thác. Các biện pháp hạn chế ảnh hưởng khác sẽ tiếp tục được tác giả tìm hiểu và giới thiệu sau.

Để có biện pháp khai thác an toàn, hiệu quả động cơ, các công ty, cán bộ kỹ thuật nên tìm hiểu thêm trong các tài liệu liên quan mà tác giả đưa ra trong mục tài liệu tham khảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. WARTSILA, Switzerland, (2006). *Wartsila Low Sulphur Guidelines*.
2. MAN B & W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark (2002). *Marine Transport Fuels and Emissions*.
3. MAN B & W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark (2002). *Operation on Low-Sulphur Fuels Two-Stroke Engines*.
4. Starcrest Consulting Group, LLC (2003). *Evaluation of Low Sulphur Marine Fuel Availability-Pacific Rim*.
5. Goh Choong Leoong (2006). *The use of low sulphur marine fuel*. Singapore Marine Academy

MỘT SỐ ĐẶC TÍNH CỦA NHIÊN LIỆU CÓ HÀM LƯỢNG LƯU HUỖNH THẤP CẦN LƯU Ý

SOME PROPERTIES OF VERY LOW SULPHUR FUEL OIL NEED TO PAY ATTENTION

Bùi Quốc Tú

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Để bảo vệ môi trường biển, tại khóa họp thứ 70 (tháng 10/2016) đã thông qua Nghị quyết MEPC.280(70) để quyết định ngày 01/01/2020 là thời điểm có hiệu lực thi hành quy định về giới hạn hàm lượng lưu huỳnh 0.5% có trong dầu nhiên liệu hàng hải theo Quy định 14.1.3 của Phụ lục VI Công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm do tàu gây ra MARPOL. Như vậy thời điểm chuyển sang dùng dầu nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp đã rất gần. Việc dùng nhiên liệu này có một số tính chất có thể ảnh hưởng xấu tới động cơ chính và phụ của tàu mà người khai thác cần chú ý.

Abstract

To protect marine environment, at the 70th meeting (10/2016) Marine Environment Protection Committee adopted resolution MEPC.280(70) on the "Effective date of implementation of the fuel standard in regulation 14.1.3 of MARPOL Annex VI" which required sulphur content limit in marine fuel oil 0.5% by 1 January 2020. So the due date for changing to new type of fuel oil with very low sulphur content is approaching. The using of this kind of fuel has some properties affecting negatively to main and auxiliary engine that marine engineer need to pay attention.

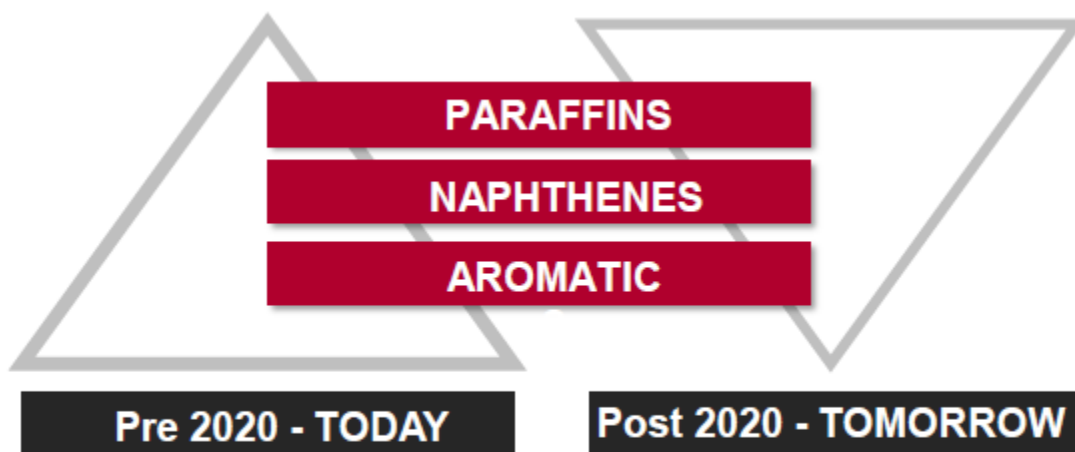
Tính ổn định:

Ổn định là khả năng của một loại nhiên liệu để giữ asphalten ở trạng thái lơ lửng. Asphalten là một trong các thành phần chính của nhiên liệu và đó là các phân tử kết dính, nếu Asphalten không được giữ ở trạng thái lơ lửng, chúng sẽ kết tụ và cuối cùng là kết tủa. Khi một nhiên liệu trở lên không ổn định, nó sẽ dẫn đến sự kết tủa của các Asphalten này gây ra sự hình thành bùn tăng lên trong các bầu lọc và thiết bị phân ly. Nếu không được khắc phục kịp thời, điều này có thể dẫn đến động cơ chính có thể bị dừng trong quá trình vận hành, gây nguy hiểm cho con tàu.

Độ ổn định của một loại dầu nhiên liệu nhất định có thể đo bằng cách phân tích trong phòng thí nghiệm về nhiên liệu để có được tiềm năng trầm tích của nó. Khuyến cáo bất cứ khi nào có thể, độ ổn định của bất kỳ nhiên liệu nào được lưu trữ và sử dụng trên tàu phải được kiểm tra trước khi đưa lên tàu. Vì dầu nhiên liệu tuân thủ ISO8217 là cần thiết để đáp ứng các yêu cầu ổn định tối thiểu, chỉ nên sử dụng nhiên liệu đáp ứng tiêu chuẩn này.

Ta biết rằng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp 0.5% (low sulphur fuel oil - LSFO) thường là sản phẩm trộn giữa nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao và nhiên liệu có hàm lượng

lưu huỳnh cực thấp (ultra low sulphur fuel oil – ULSFO). Dầu nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao đó là sản phẩm dầu cặn (Deposit Fuel) mà có thành phần hóa học chủ yếu là các hydro các bon mạch vòng – Aromatic; các hydro các bon mạch vòng này sẽ giữ cho các Asphalten phân tán và lơ lửng trong nhiên liệu do vậy độ ổn định của dầu rất cao. Ngược lại các nhiên liệu chưng cất (Distillate Fuel) thì thành phần Paraffin nhiều hơn, các thành phần này làm cho nhiên liệu dễ cháy hơn hơn lại có nhược điểm là dễ hình thành sáp, độ ổn định kém. Dầu nhiên liệu 0.5% mới là sự pha trộn của hai loại nhiên liệu này do vậy thành phần Paraffin cao do vậy tính ổn định của nhiên liệu thấp hơn do vậy đối với loại nhiên liệu này thì nhà sản xuất nhiên liệu phải có tỉ lệ pha trộn hợp lý để duy trì tính ổn định của nhiên liệu.



Hình 1 . Thành phần chính của nhiên liệu cũ và mới

Khả năng tương thích:

Khả năng tương thích là sự phù hợp của hai loại nhiên liệu khác nhau để pha trộn mà không dẫn đến tác dụng phụ. Hai loại nhiên liệu ổn định nhưng có thể không tương thích ngay cả khi tuân thủ ngưỡng lưu huỳnh toàn cầu và đạt tiêu chuẩn nhiên liệu ISO 8217 thì khi trộn lẫn với nhau có thể dẫn đến kết tủa asphalten và sự hình thành bùn tăng lên trong các bầu lọc và thiết bị phân ly. Nếu không được khắc phục kịp thời có thể dẫn tới động cơ chính bị dừng gây nguy hiểm cho con tàu.

Vấn đề tương thích của nhiên liệu được dự đoán là sẽ trở lên nghiêm trọng hơn từ ngày 1/1/2020. Điều này là do các thành phần được sử dụng để tạo thành dầu nhiên liệu pha trộn sẽ rất đa dạng đến mức các loại nhiên liệu tuân thủ có cùng hàm lượng lưu huỳnh, nhưng được cấp cho các tàu ở các cảng khác nhau có thể không tương thích, thậm chí bao gồm cả nhiên liệu được đặt hàng từ cùng một nhà cung cấp nhiên liệu. Thường thì các nhà sản xuất dầu nhiên liệu phải thử khả năng tương thích của nhiên liệu khi pha trộn giữa nhiên liệu HFO có hàm lượng lưu huỳnh cao và nhiên liệu MGO có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp. Tuy nhiên trong giai đoạn chuyển tiếp có thể có những lô hàng nhiên liệu không đạt tiêu chuẩn do vậy có sự không tương thích dẫn đến sự kết tủa asphalten gây trục trặc cho động cơ. Hình 2 là ví dụ minh họa cho sự cân bằng giữa asphalten, aromatic và paraffin, chỉ cần có sự thay đổi nhỏ cũng phá vỡ sự mất cân bằng này và làm cho nhiên liệu mất ổn định.

2020 Fuels - Fuel blending

Aromatics:

- Improves stability
- Keeps asphaltenes dispersed

Paraffins

- Wax
- Does not improve stability
- (Excellent ignition/combustion properties)



The balance between asphaltenes, aromatics and paraffins must be right to get a stable blend

Hình 2. Minh họa sự cân bằng giữa asphalten, aromatic và paraffin trong nhiên liệu

Do vậy để tránh sự không tương thích thì những nhiên liệu này phải được chứa ở những két riêng biệt để đảm bảo sự pha trộn tối thiểu trong hệ thống nhiên liệu. Trong trường hợp bắt buộc phải có sự pha trộn giữa 2 mẻ nhiên liệu thì nên kiểm tra sự tương thích của chúng bằng thiết bị thử trên tàu. Hiện nay có nhiều hãng giới thiệu thiết bị kiểm tra sự tương thích của nhiên liệu trên tàu.



Hình 3. Thiết bị kiểm tra độ tương thích của nhiên liệu

Độ nhớt:

Độ nhớt của nhiên liệu đảm bảo cho sự phun sương tốt của nhiên liệu và do vậy đảm bảo sự hòa trộn tốt của nhiên liệu với không khí và do vậy quá trình cháy trong xy lanh hoàn thiện hơn. Độ nhớt của nhiên liệu trước khi phun vào trong động cơ phải phù hợp, độ nhớt quá thấp hoặc quá cao đều gây ảnh hưởng xấu tới quá trình hòa trộn và do vậy quá trình cháy xấu đi. Độ nhớt thấp còn gây ra sự dò rỉ nhiên liệu trong bơm cao áp, vòi phun, làm giảm áp suất bơm cao áp hoặc làm cho

dầu đốt lẫn vào dầu nhờn hệ thống rất nguy hiểm. Trong trường hợp tình trạng bộ đôi bơm cao áp kém có thể làm cho áp suất bơm cao áp không đủ lớn để nâng kim phun dẫn đến không thể khởi động được động cơ. Ngoài ra độ nhớt thấp của nhiên liệu còn làm cho sự bôi trơn của plunger bơm cao áp và vòi phun kém đi làm tăng độ mài mòn các chi tiết này. Đối với dầu nhiên liệu mới 0.5% thì độ nhớt của nhiên liệu là tương đối thấp do vậy người vận hành khai thác phải lưu ý điều chỉnh nhiệt độ hâm phù hợp. Thậm chí một số hệ thống nhiên liệu mới hiện nay bố trí bầu làm mát cho hệ thống nhiên liệu khi dùng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp để duy trì độ nhớt lớn hơn 2 cst.

Độ nhớt của nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp còn liên quan tới việc duy trì nhiệt độ trong két chứa và nhiệt độ lọc dầu trong máy lọc. Nhà chế tạo động cơ khuyến cáo người sử dụng nên duy trì nhiệt độ này như trong bảng dưới đây.

Độ nhớt của NL	Nhiệt độ két chứa	Nhiệt độ lọc
Tới 20 cst	30°C	40°C
Từ 20 - 30 cst	10°C lớn hơn điểm đông đặc	50°C
Từ 30 – 40 cst	10°C lớn hơn điểm đông đặc	60°C
Từ 40 – 50 cst	10°C lớn hơn điểm đông đặc	70°C
Từ 50 – 70 cst	10°C lớn hơn điểm đông đặc	80°C

Tính chất chảy lạnh (Cold flow property):

Đây là tính chất không có lợi của nhiên liệu chưng cất cần phải lưu ý. Như ta biết thì nhiên liệu chưng cất có thành phần Paraffin nhiều hơn so với nhiên liệu cặn, mà thành phần này nếu ở nhiệt độ thấp có thể hình thành và tích tụ các tinh thể sáp làm nghẽn các phin lọc gây gián đoạn việc cung cấp nhiên liệu cho động cơ. Theo tiêu chuẩn ISO 8217 của nhiên liệu thì giới hạn các đặc tính chảy lạnh của nhiên liệu thông qua việc đặt giới hạn điểm đông đặc (pour point- PP) hay là nhiệt độ thấp nhất tại đó nhiên liệu có thể bơm chuyển được. Tuy nhiên do các tinh thể sáp hình thành ở nhiệt độ cao hơn điểm đông đặc, nên nhiên liệu đáp ứng thông số kỹ thuật về điểm mù vẫn gặp thách thức khi hoạt động ở vùng lạnh hơn, vì các sáp có thể nhanh chóng làm tắc nghẽn các phin lọc. Khi hoạt động ở thời tiết lạnh thì các nhà cung cấp nhiên liệu phải có báo cáo chỉ rõ điểm làm tắc nghẽn phin lọc lạnh (Cold Filter Plugging Point – CFPP) và điểm mù (Cloud Point- CP) của nhiên liệu để người khai thác vận hành biết. Để đề phòng hiện tượng này thì nhiên liệu nên luôn được giữ ở nhiệt độ cao hơn điểm đông đặc khoảng 10°C trong các két chứa và duy nhiệt độ cao hơn điểm tắc phin lọc lạnh – CFPP trong suốt giai đoạn xử lý trong bầu lọc và thiết bị phân ly.



2020 Fuels - Cold flow properties - wax



Hình 4. Sự hình thành sáp ở nhiệt độ thấp trong nhiên liệu chưng cất

Hạt xúc tác (Cat Fine)

Đây là các hạt mài mòn có kích thước rất nhỏ bị lẫn vào trong quá trình chưng cất nhiên liệu. Các hạt này gây ra tốc độ mài mòn nhanh cho piston, xéc măng, sơ mi xi lanh, bộ đôi bơm cao áp và vòi phun. Theo tiêu chuẩn ISO 8217 thì giới hạn của hạt này trong nhiên liệu phải nhỏ hơn 60ppm và được đo, phân tích trong phòng thí nghiệm. Trong giai đoạn chuyển tiếp từ dầu nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao sang dầu nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp thì cần phải kiểm soát hàm lượng này vì có thể có những lô nhiên liệu không đảm bảo. Thường các chủ tàu sau khi nhận dầu thì gửi mẫu đi phân tích hàm lượng chất xúc tác nếu trong giới hạn thì mới được sử dụng cho động cơ.

Ngoài các tính chất của nhiên liệu có khả năng ảnh hưởng xấu tới hoạt động của động cơ thì còn một số tính chất khác mà ảnh hưởng không nhiều như điểm chớp cháy, hàm lượng nước, hàm lượng cặn, hàm lượng vanadium.

Kết luận

Như vậy việc chuyển sang dùng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp có ưu điểm là giảm được phát thải độc hại SOx tuy nhiên ngoài việc tăng chi phí vận chuyển vì giá thành nhiên liệu mới cao hơn thì còn một số tính chất nếu không lưu ý thì có thể gây hư hỏng động cơ hoặc dừng động cơ đột ngột do hệ thống nhiên liệu bị trục trặc. Ngoài ra cũng cần phải lưu ý là khi dùng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp thì cũng phải chọn dầu bôi trơn xi lanh và dầu bôi trơn hệ thống với chỉ số kiểm tổng (TBN) phù hợp, nếu không nó sẽ gây ra một số trục trặc cho động cơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. CIMAC Circle SMM in hamburg Sep 2018- Fuel 2020;
2. IMO – The 2020 global sulphur limit;
3. Vietnam Register- Technical information on sea going ships, 18/4/2019 – Hướng dẫn của ICS về ngưỡng lưu huỳnh toàn cầu 2020;
4. Service Letter SL2019-671/JAP, Man Energy Solution;
5. Shell Marine- International Requirements and IMO 2020;
6. Operation on low sulphur fuel – Man B&W two stroke Engine.

ĐIỀU KHIỂN ẸN MÒN SƠ MI XY LANH Ở NHIỆT ĐỘ THẤP BỞI HỆ THỐNG LÀM MÁT SƠ MI XILANH PHỤ THUỘC THEO TẢI CYLINDER LINER COLD CORROSION CONTROL BY LOAD DEPENDENT CYLINDER LINER COOLING WATER SYSTEM – LDCL

Đỗ Minh Phong

Khoa Máy Tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Động cơ diesel hoạt động dưới tải rất thấp, nhiệt độ trong xi lanh trở nên tương đối thấp và điều này làm cho lưu huỳnh có trong nhiên liệu ngưng tụ trên thành ống lót xi lanh sẽ gây ra sự ăn mòn. Mục đích của hệ thống nước làm mát LDCL là tăng nhiệt độ trên thành ống lót xi lanh để ngăn chặn sự ngưng tụ của lưu huỳnh. Điều này sẽ làm cho thành ống lót xi lanh có nhiệt độ cao hơn và do đó, sự ngưng tụ của lưu huỳnh sẽ giảm.

Abstract:

Under very low diesel engine load the temperature in the cylinder becomes relative low and this cause the sulphur from the fuel oil to condensate on the cylinder liner wall which will cause corrosion. The purpose of the LDCL cooling water system is to raise the temperature on the cylinder liner wall to prevent the condensation of the sulphur. This will cause the cylinder liner wall to have a higher temperature and thus, the condensation of sulphur will be reduced.

Key word: Cylinder liner, cooling, temperature, sulphur, corrosion.

Từ khóa: Sômi Xilanh, làm mát, nhiệt độ, lưu huỳnh, ăn mòn.

1. Giới thiệu

Lưu huỳnh là một trong những thành phần được tìm thấy tự nhiên trong dầu thô. Mức độ của nó được biểu thị bằng hàm lượng lưu huỳnh được tìm thấy trong dòng nhiên liệu còn lại thu được trong quá trình lọc dầu thô.

Hàm lượng lưu huỳnh hiện tại trong nhiên liệu thay đổi từ 0,1% đến 3,5% theo MARPOL Phụ lục VI. Giới hạn toàn cầu mới là 0,5% m / m sẽ được áp dụng vào sau ngày 1 tháng 1 năm 2020 theo IMO's MEPC 70th session in 24 – 28 October 2016.

Trong quá trình cháy kết hợp với oxy có sẵn trong buồng đốt, lưu huỳnh được chuyển đổi thành SO₂ và nó tiếp tục kết hợp với oxy để tạo thành SO₃ Sulfur trioxide. Khi SO₃ tiếp xúc với nước hoặc hơi nước có trong không khí nạp, nó sẽ phản ứng và tạo thành H₂SO₄ và gây ăn mòn hóa học thành vách sô mi xy lanh động cơ.

2. Nội dung

Tại sao ăn mòn nhiệt độ thấp trở thành một vấn đề cho động cơ diesel hiện nay.

Các động cơ hàng hải hiệu quả năng lượng mới đang áp dụng các điều kiện vận hành khắc nghiệt với hành trình dài và áp suất cao hơn trong khi đốt cháy nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp. Việc động cơ hoạt động ở tải thấp (economic speed hay slow steaming) cũng dẫn đến tình trạng ăn mòn nhiệt độ thấp trong động cơ.

Một lý do quan trọng khác là các động cơ hàng hải mới được thiết kế để tuân thủ các quy định NOX của cấp III và hướng dẫn EED (Energy Efficiency Directive). Để đáp ứng các quy định mới này, xi lanh động cơ phải hoạt động trong điều kiện áp suất tăng và giảm nhiệt độ vận hành (giảm phát thải NOX), do đó tạo điều kiện dưới điểm sương để cho phép nước ngưng tụ trên thành vách của xi lanh. Điều này sau đó kết hợp với lưu huỳnh từ quá trình đốt cháy để tạo thành H₂SO₄ dẫn đến ăn mòn nhiệt độ thấp. Hơn nữa, ứng suất nhiệt và áp suất không đổi có thể dẫn đến nguy cơ ăn mòn nghiêm trọng hơn trong động cơ có hành trình dài.

Ngoài ra trong hệ thống EGR (Exhaust gas recirculation) cũng đưa các thành phần axit vào hỗn hợp không khí và tác động đến nhiệt độ trong buồng đốt động cơ.

2.1 Các tác động tiêu cực của việc ăn mòn nhiệt độ thấp

- Ảnh hưởng lớn đến dầu nhờn bôi trơn sômi.
- Gây bám dính trong các rãnh xec măng trên piston.
- Gây kẹt hoặc gãy xec măng.
- Làm thoái hóa nhanh bề mặt gương sômi xilanh.
- Giảm thời gian làm việc của sômi xilanh do ăn mòn.

2.2 Các biện pháp giảm ăn mòn nhiệt độ thấp

Ăn mòn nhiệt độ thấp: Gần đây, sự ăn mòn nhiệt độ thấp của ống lót xi lanh đã phát triển để trở thành một vấn đề lớn đối với thế hệ động cơ hai thì mới nhất của hãng MAN B & W. Điều này đã kêu gọi các biện pháp kiểm soát / triệt tiêu sự ăn mòn ở nhiệt độ thấp, dẫn đầu MAN Diesel & Turbo thực hiện các sáng kiến sau:

- 1. Dùng dầu bôi trơn sômi xi lanh BN 100 (BN: Base Number, Alkalinity of cylinder oil)
- 2. Tăng nhiệt độ nước làm mát sômi xilanh bằng cách cải tiến hệ thống làm mát động cơ.
- 3. Thiết kế lại ống lót xi lanh.
- 4. Lắp đặt hệ thống dầu bôi trơn xi lanh: Alpha lubricator

Sau đây là một trong những biện pháp nhằm làm giảm ăn mòn nhiệt độ thấp xảy ra trên thành vách ống lót sômi bằng cách tăng nhiệt độ của các bộ phận tiếp xúc của ống lót xi lanh trong giới hạn cho phép nhờ áp dụng hệ thống nước làm mát sômi xilanh gọi là LDCL.

2.3 Hệ thống nước làm mát sômi xilanh nhiệt độ cao – LDCL

a. Mục đích

Khi động cơ hoạt động ở chế độ thấp tải, nhiệt độ trong xi lanh trở nên tương đối thấp và điều này làm cho lưu huỳnh từ dầu nhiên liệu ngưng tụ trên thành ống lót xi lanh sẽ gây ra sự ăn mòn.

Mục đích của hệ thống nước làm mát LDCL là tăng nhiệt độ trên thành ống lót xi lanh để ngăn chặn sự ngưng tụ của lưu huỳnh. Tăng nhiệt độ của thành vách ống lót xi lanh được thực hiện bằng cách tăng nhiệt độ nước làm mát somi ở mức tải thấp. Điều này sẽ làm cho thành ống lót xi lanh có nhiệt độ cao hơn và do đó, sự ngưng tụ của lưu huỳnh sẽ giảm.

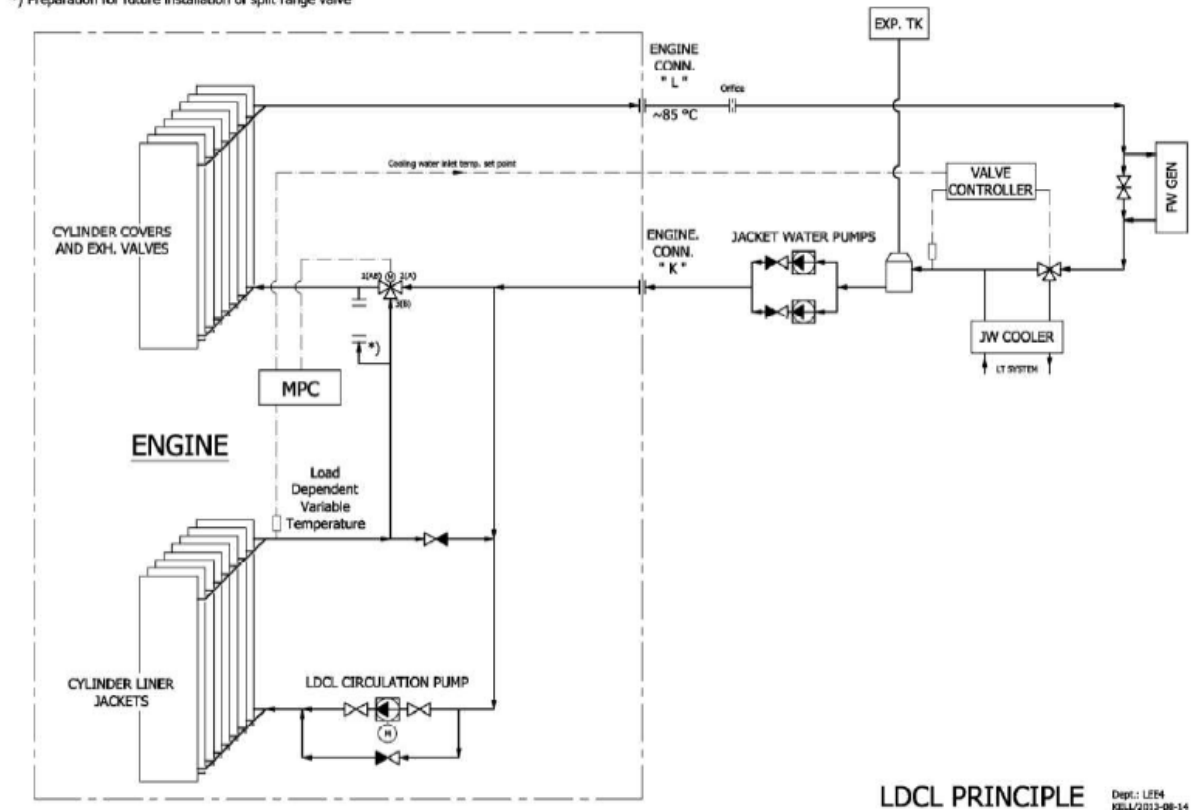
b. Chức năng

Hệ thống nước làm mát LDCL khác với hệ thống bình thường bằng cách có một mạch tuần hoàn nước làm mát trên các ống lót xi lanh. Nó được lưu thông bởi một bơm tuần hoàn được lắp đặt để đảm bảo lưu lượng cao trong sơ mi. Máy bơm này hoạt động trong toàn bộ phổ tải của động cơ, tức là từ 0 - 100% tải, và duy trì nhiệt độ ra của nước làm mát sơ mi trong khoảng 116 – 120 độ C

Trong trường hợp hỏng hóc trong hệ thống, bơm tuần hoàn sẽ dừng lại và động cơ lắp đặt van trộn 3 chiều sẽ di chuyển đến vị trí mở hoàn toàn. Ở vị trí này, toàn bộ lưu lượng nước làm mát từ động cơ sẽ qua khoang làm mát sơ mi và nhiệt độ nước làm mát sẽ được điều khiển bởi bơm nước làm mát của động cơ (Jacket water pump).

Nguyên lý của hệ thống LDCL là thu được nhiệt độ thay đổi của nước làm mát somi tùy thuộc vào tải của động cơ, nó hoạt động bằng cách đưa một mạch tuần hoàn vào hệ thống nước làm mát somi riêng. Mạch tuần hoàn này có nhiệt độ thay đổi (lên tới 130°C), nó được điều khiển bởi điểm đặt làm thay đổi vị trí đóng, mở của van ba ngã. Điểm đặt được xác định bởi tải động cơ. Điều này có nghĩa là khi động cơ hoạt động ở mức tải thấp, nhiệt độ của nước tuần hoàn sẽ tăng lên so với cài đặt. Khi tải động cơ cao, nhiệt độ sẽ trở lại bình thường.

*) Preparation for future installation of split range valve



Hình 1: Sơ đồ nguyên lý của hệ thống nước làm mát LDCL

Khi động cơ dừng, bơm tuần hoàn (LDCL Circulation pump) cũng dừng, van trộn 3 ngã sẽ mở hoàn toàn và nước làm mát đi tuần hoàn qua nắp xilanh nhờ bơm Jacket water pump.

Trong quá trình động cơ mới hoạt động, bơm tuần hoàn chạy, nhiệt độ nước làm mát đang tăng dần thì van trộn 3 ngã đóng hoàn toàn, lúc này nước làm mát somi tuần hoàn bởi bơm tuần hoàn. Khi động cơ chạy ổn định và nhiệt độ nước làm mát somi tăng lên và đạt tới điểm đặt, van trộn 3 ngã sẽ mở ra và điều chỉnh nhiệt độ nước làm mát ra của somi xanh.

c. Điều khiển

Bộ điều khiển của LDCL là MPC (Multi purpose Controller) đo nhiệt độ và áp suất đầu vào và đầu ra cho bơm tuần hoàn và tải động cơ ở giá trị thực tế. Dựa trên những thông số này, van trộn 3 ngã được điều chỉnh độ mở đến vị trí thích hợp mà nhiệt độ của nước làm mát tuần hoàn phù hợp với nhiệt độ nước làm mát vào và ra được xác định bởi các thông số hệ thống.

Ngoài ra, bộ điều khiển LDCL sẽ yêu cầu nhiệt độ đầu vào từ hệ thống nước làm mát, một lần nữa được xác định bởi các thông số hệ thống.

Trong trường hợp các cảm biến nhiệt độ có lỗi hoặc bảng điều khiển bơm tuần hoàn hư hỏng, hệ thống sẽ báo động, và đưa về trạng thái hoạt động không có bơm tuần hoàn. Nước làm mát được lưu thông qua khoang làm mát somi bởi chính bơm Jacket water pumps.

3. Kết luận

Ăn mòn somi xi lanh được hạn chế bởi tăng nhiệt độ của các bộ phận tiếp xúc của ống lót xi lanh trong giới hạn cho phép bằng cách sửa đổi thiết kế ống lót xi lanh và bằng cách thay đổi hệ thống nước làm mát.

Bài báo đã trình bày những tác hại của ăn mòn ống lót somi ở nhiệt độ thấp và các phương pháp giảm thiểu. Một trong những phương pháp mà các động cơ mới mà hãng MAN – B&W đang dùng là sử dụng hệ thống nước làm mát somi xi lanh phụ thuộc theo tải của động cơ (LDCL).

- Sự hiểu biết thấu đáo về cấu tạo, nguyên lý hoạt động của hệ thống cùng quy trình khai thác đúng sẽ giúp người khai thác hạn chế được ăn mòn ống lót somi ở nhiệt độ thấp, động cơ hoạt động tin cậy, an toàn và hiệu quả kinh tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] MES “Mitsui MAN – B&W ME-C Engine Instruction book”, 2016

[2] <http://www.infomarine.gr/technical-library/load-dependent-cylinder-liner>, Mar 2018

[3] <http://www.marine.mandieselturbo.com/libraries/provider6>, July 2013

XU HƯỚNG CỦA CÔNG NGHỆ TĂNG ÁP TREND OF TURBOCHARGING TECHNOLOGIES

Phạm Văn Dũng
Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Ngày nay, người ta chú trọng nhiều hơn vào việc cải thiện mức tiêu thụ nhiên liệu của ô tô do động thái toàn cầu nhằm giảm lượng phát thải khí CO₂. Lý tưởng nhất là một động cơ sẽ có thể đồng thời cung cấp tỷ trọng công suất cao và mức tiêu thụ nhiên liệu thấp. Tăng áp cao áp là không thể thiếu để cải thiện mức tiêu thụ nhiên liệu của động cơ bằng cách cho phép giảm kích thước và tăng áp. Để đạt được điều này, cần có một yêu cầu tua bin tăng áp với dải lưu lượng rộng. Những đặc tính của các hệ thống tăng áp khác nhau đã được đánh giá bằng mô phỏng thực hiện trên động cơ cùng kích thước. Các bộ tăng áp hình học có thể thay đổi với mô tơ trợ động có hiệu quả trong việc cải thiện mô-men xoắn ở tốc độ thấp và phản ứng tức thời của động cơ. Nói cách khác, giới hạn “ho” của máy nén hạn chế áp suất nạp ở tốc độ động cơ thấp. Một công nghệ chính để cải thiện giới hạn ho máy nén liên quan đến phát triển việc xử lý phần vỏ và máy nén hình học có thể thay đổi. Một hệ thống tăng áp hai cấp cung cấp lợi thế kép trong việc loại bỏ giới hạn “ho” máy nén và cải thiện phản ứng tức

thời. Tuy nhiên, không có gì đáng ngạc nhiên là hệ thống động cơ và bộ điều khiển của nó trở nên phức tạp hơn. Do đó, điều quan trọng là chúng ta phát triển một hệ thống tăng áp tối ưu để phù hợp với đặc điểm kỹ thuật động cơ.

Abstract.

Nowadays, much greater emphasis is being placed on improving the fuel consumption of automobiles due to the global move to reduce CO₂ emissions. Ideally, an engine should be able to simultaneously offer a high power density and low fuel consumption. High-pressure turbocharging is indispensable to improving the fuel consumption of an engine by enabling downsizing and lean-boost. To this end, there is a demand for a turbocharger with a wide flow range. The characteristics of different turbocharging systems have been evaluated by one-dimensional engine performance simulation. The variable-geometry turbochargers with motor assist are effective at improving the low-speed torque and the transient response of an engine. On the other hand, the surge limit of the compressor restricts the charging pressure at low engine speeds. A key technology for improving the surge limit involves the development of a casing treatment and a variable-geometry compressor. A two-stage turbocharging system offers the double advantage of eliminating the surge limit and improving the transient response. Unsurprisingly, however, the engine system and its control become more complicated. Therefore, it is vital that we develop an optimum turbocharging system to suit the engine specification.

1. Giới thiệu

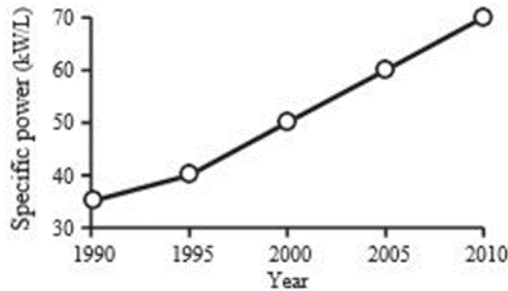
Sự ra đời của các biện pháp giảm phát thải khí CO₂ ở châu Âu đã dẫn đến việc theo đuổi mạnh mẽ việc giảm kích thước và giảm mức tiêu thụ nhiên liệu, dựa trên công nghệ tăng áp cao áp. Một lợi ích nữa của đường hướng nghiên cứu này là cải thiện mô men xoắn thấp và phản ứng động cơ tốt hơn tạo ra một sản phẩm hấp dẫn hơn đối với người mua xe khách. Các mục tiêu mà một bộ tăng áp phải đáp ứng là khả năng cung cấp tăng áp cao áp ở tốc độ động cơ thấp, khả năng đáp ứng tức thời cao và hiệu quả cao ở tỷ số áp suất lớn. Các thiết kế bộ tăng áp khác nhau như bộ tăng áp hình học có thể thay đổi, bộ tăng áp trợ lực điện và bộ tăng áp hai cấp đã được phát triển như một phương tiện để đạt được những cải tiến hiệu suất nêu trên. Ngoài ra, bộ tăng áp vòi phun biến thiên (VNT), có khả năng thay đổi dung tích dòng của tuabin, đã được sử dụng rộng rãi trong xe khách động cơ diesel. Bộ tăng áp được trợ lực bằng điện giúp cải thiện phản ứng tức thời và, vì nó rất tuyệt vời trong việc đạt được tăng áp cao áp ở tốc độ thấp nên các nhà sản xuất đang nỗ lực đáng kể để phát triển nó.

Ngay sau khi tuabin khí lần đầu tiên được đề xuất bởi Tiến sĩ Alfred J. Buchi của Thụy Sĩ vào năm 1912, Tiến sĩ Sanford A. Moss của Hoa Kỳ đã phát minh ra khái niệm về tua bin tăng áp. Những năm 1930 đã chứng kiến ứng dụng thực tế đầu tiên của công nghệ, khi nó được áp dụng cho động cơ diesel cỡ lớn để lắp đặt trên đất liền và hàng hải. Năm 1938, nó được áp dụng cho động cơ máy bay (Boeing B-17), loại được yêu cầu bay ở độ cao lớn. Sau những năm 1960, các ứng dụng cho ô tô của tua bin tăng áp đã trở nên phổ biến. Tăng áp hiện nay là không thể thiếu đối với các động cơ phải cung cấp tỷ trọng công suất cao, cũng như cho các động cơ diesel phát thải thấp. Hơn nữa, tăng áp được coi là một phương tiện để giảm mức tiêu thụ nhiên liệu bằng cách cho phép giảm kích thước và tăng áp cho động cơ xăng phun trực tiếp.

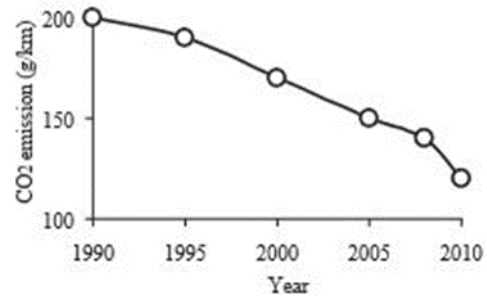
2. Xu hướng của công nghệ động cơ tăng áp

Trong số các siêu tăng áp động cơ khác nhau đã được thương mại hóa, có các loại tua bin như tua bin tăng áp và các loại thay thế tích cực như quạt gió cơ bản và máy nén trục vít chuyển động quay. Ưu điểm chính của tua bin tăng áp là kích thước nhỏ và dung tích dòng lớn. Nó cũng có khả năng giảm mức tiêu thụ nhiên liệu do thực tế là nhiệt thải được thu hồi bằng tua bin khí xả. Tuy nhiên, một nhược điểm cố hữu với tua bin tăng áp là nó không thể tạo ra áp suất nạp đủ ở tốc độ động cơ thấp khi có ít năng lượng trong khí xả. Nói cách khác, các loại thay thế tích cực có thể tạo ra áp suất nạp đủ ở tốc độ thấp. Tuy nhiên, chúng không làm giảm mức tiêu thụ nhiên liệu vì chúng được dẫn động bởi trục khuỷu động cơ. Do đó, một mục tiêu phổ biến của các nhà sản xuất là phát triển hệ thống nạp của ô tô có thể tạo ra áp suất nạp đủ trên toàn bộ dải hoạt động của động cơ. Ngày nay, việc thu nhỏ kích thước động cơ đã trở thành một công nghệ quan trọng, đặc biệt đối với xe ô tô chở khách, do nhu cầu giảm lượng khí thải CO₂ và giảm kích thước không gian được chiếm

bởi khoảng động cơ. Một số nhà sản xuất châu Âu và Nhật Bản cũng đang theo đuổi việc phát triển các hệ thống tăng áp có thể tạo ra áp suất nạp cao ở tốc độ thấp thông qua việc sử dụng các bộ tăng áp hình học có thể thay đổi, tăng áp trợ động mô tơ (MAT) và tăng áp hai cấp. Hình 1 cho thấy xu hướng công suất riêng của động cơ diesel ở châu Âu. Đến năm 2010, mục tiêu là phát triển một động cơ có công suất riêng cao, có khả năng sản xuất 70 KW / L bằng cách tăng áp cao áp bởi máy nén VNT, máy nén hình học biến đổi, hoặc MAT. Lý do chính cho điều này là nhu cầu giảm lượng khí thải CO₂ xuống 115 g/km bằng cách thu nhỏ động cơ, như chỉ ra trong Hình 2.

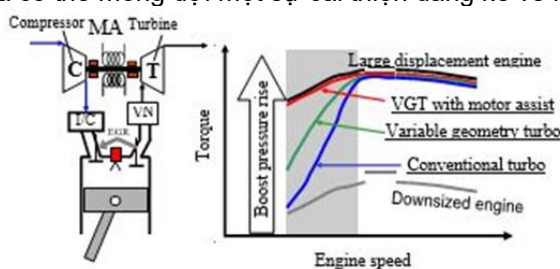


Hình 1. Xu hướng công suất riêng của động cơ

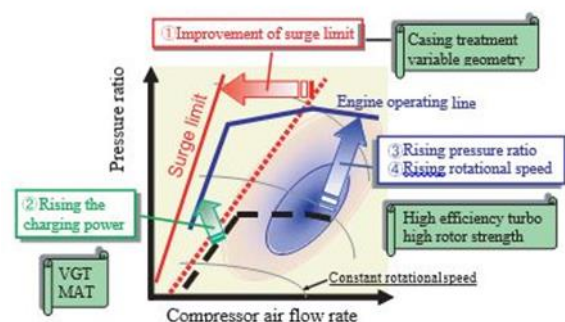


Hình 2. Xu hướng phát thải khí CO₂

Cách tiếp cận tương tự đang được thực hiện đối với động cơ xăng, và chúng ta đã thấy tiến bộ tuyệt vời trong nghiên cứu và phát triển nhằm loại bỏ hoặc kiểm soát tiếng gõ vốn là một vấn đề nghiêm trọng với tăng áp cao áp. Hình 3 cho thấy các công nghệ được sử dụng để cải thiện mô men xoắn cận dưới của động cơ tăng áp, cùng với sơ đồ của hệ thống. Động cơ tăng áp với tua bin tăng áp thông thường cung cấp ít mô-men xoắn ở tốc độ thấp hơn các hệ thống tăng áp khác, do các đặc tính của bộ tăng áp được tối ưu hóa cho tốc độ động cơ cao. Do đó, đáp ứng tức thời thấp hơn so với các hệ thống tăng áp khác. Nói cách khác, nó cung cấp một áp suất ở lối vào tuabin cao hơn dẫn đến tăng mức tiêu thụ nhiên liệu nếu các đặc tính của bộ tăng áp được tối ưu hóa cho tốc độ động cơ thấp. Đối với động cơ tăng áp có VNT, như được sử dụng rộng rãi trong động cơ diesel, áp suất tăng áp có thể được tăng lên bằng cách điều khiển vòi phun biến thiên (VN) ở tốc độ động cơ thấp. Tuy nhiên, lượng áp suất có thể tăng lên ở tốc độ động cơ thấp bị hạn chế do năng lượng khí xả thấp, như vậy phát sinh phản áp của động cơ. Tuy nhiên, MAT có thể tăng áp suất tăng áp ở tốc độ động cơ thấp. Vì vậy, bằng cách thêm mô tơ trợ động, chúng ta sẽ có thể đạt được các đặc tính mô men xoắn ngang bằng với động cơ có dung tích lớn. MAT cũng có thể thu hồi năng lượng nhiệt khí thải bằng cách hoạt động như một máy phát ở tốc độ động cơ cao. Từ kết quả này, chúng ta có thể mong đợi một sự cải thiện đáng kể về mức tiêu thụ nhiên liệu.



Hình 3. Biện pháp cải thiện mô men xoắn ở cận dưới



Hình 4. Công nghệ tua bin tăng áp cho việc nạp cao áp

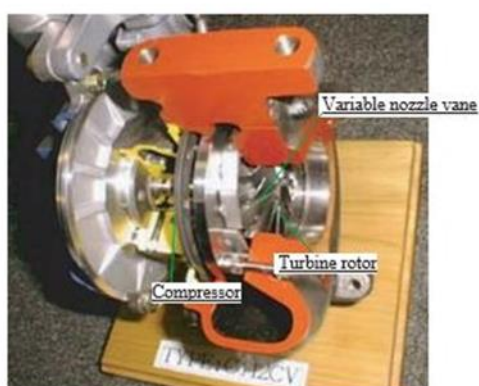
3. Xu hướng công nghệ tua bin tăng áp

3. 1. Công nghệ chính của tua bin tăng áp tiên tiến

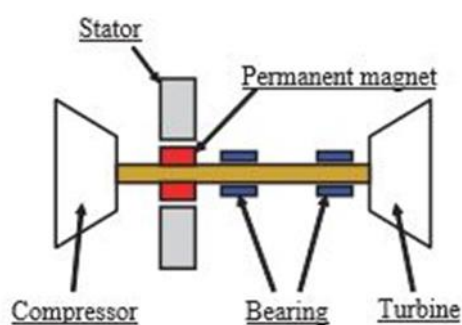
Các tua bin tăng áp được sử dụng trong xe khách phải có khả năng tạo ra dải lưu lượng rộng và khả năng đáp ứng tức thời cao. Hình 4 cho thấy đường đặc tính của máy nén, cùng với các công nghệ chính được yêu cầu của một tua bin tăng áp. Để đạt được áp suất tăng áp cao trong dải hoạt động rộng của động cơ tăng áp, tua bin tăng áp phải hoạt động ở tỷ số áp suất cao và tốc độ quay cao trong dải lưu lượng rộng. Nói cách khác, máy nén có giới hạn “ho” liên quan đến lưu lượng dòng và do đó không thể hoạt động ở lưu lượng nhỏ hơn giới hạn “ho”. Mặt khác, dòng chảy trở nên không ổn định và dao động áp suất định kỳ được đặc trưng bởi tiếng ồn lớn có xu hướng xảy ra. Để khắc phục điều này, phải tăng tốc độ quay của tua bin tăng áp bằng cách điều khiển góc vánh phun biến thiên hoặc công suất của mô tơ trợ động, đồng thời dịch chuyển giới hạn “ho” của máy nén về phía lưu lượng dòng thấp hơn hoặc loại bỏ hoàn toàn để tăng áp suất tăng áp ở tốc độ động cơ thấp. Có hai cách loại bỏ giới hạn “ho” của máy nén. Đầu tiên là ứng dụng tăng áp hai cấp, theo đó máy nén nhỏ của tua bin tăng áp cao áp được sử dụng ở tốc độ động cơ thấp. Thật không may, nhược điểm của tăng áp hai cấp là hệ thống phức tạp hơn và lớn hơn so với tăng áp một cấp. Phương pháp thứ hai liên quan đến việc đi tắt của dòng khí ra khỏi máy nén đến đường vào máy nén để tăng lưu lượng dòng của máy nén. Tuy nhiên, điều này gây ra sự gia tăng áp suất đường vào tuabin do công suất máy nén tăng. Kết quả là, mức tiêu thụ nhiên liệu của động cơ xấu đi. Do đó, biện pháp để cải thiện giới hạn “ho” của máy nén là một công nghệ thiết yếu. Có một số biện pháp để cải thiện giới hạn “ho” của máy nén ly tâm. Một biện pháp hiệu quả là tuần hoàn lại một phần không khí được nén bởi bánh công tác tới đường ống vào của bánh công tác bằng cách sử dụng phương pháp xử lý phần vò trên vách bao phủ. Ngoài ra, điều khiển vánh cánh dẫn hướng lối vào biến đổi (VIGV) hoặc cánh khuếch tán biến đổi của máy nén là một phương pháp hiệu quả để cải thiện giới hạn “ho”. Các nhà sản xuất trên khắp thế giới hiện đang nỗ lực phát triển các công nghệ này. Hơn nữa, cần phải mở rộng dải lưu lượng biến đổi của tuabin hình học thay đổi cho cả động cơ xăng và diesel để cải thiện mô men xoắn cận dưới. Ngoài ra, việc cải thiện hiệu suất của tua bin tăng áp trong vùng có tỷ số áp suất cao là rất quan trọng để giảm áp suất đường vào của tuabin đối với tăng áp cao áp. Áp suất tại ống vào tuabin cao gây ra sự gia tăng tiêu thụ nhiên liệu, đặc biệt là trong trường hợp động cơ xăng, do hiện tượng gõ.

3. 2. Xu hướng phát triển tua bin tăng áp

Hình 5 cho thấy một ví dụ về VNT được phát triển để sử dụng cho động cơ diesel. VNT đã nhanh chóng trở nên phổ biến ở Nhật Bản và châu Âu mặc dù chi phí cao hơn bởi vì nó mang lại những lợi thế của mô men xoắn cận dưới, phản ứng tức thời và áp suất lối vào tuabin thấp hơn ở tốc độ cao, so với các tua bin tăng áp thông thường. Hiện tại, VNT là công nghệ duy nhất có sẵn cho phép động cơ diesel đáp ứng các quy định về khí thải hiện hành. Nói cách khác, VNT không tương thích với nhiệt độ khí xả cao của động cơ xăng vì cấu trúc và liên kết phức tạp của nó.



Hình 5. Hình ảnh của VNT



Hình 6. Sơ đồ kết cấu của MAT

Hình 6 cho thấy một sơ đồ của MAT. Mô tơ tốc độ cao có nam châm vĩnh cửu được lắp đặt trên trục của rô to trong khi stato ở trong khoang ổ trục. Do mô tơ rất nhạy cảm với nhiệt, nên biện pháp làm mát là một khía cạnh quan trọng của sự phát triển. Hơn nữa, đường kính ngoài của nam châm vĩnh cửu không thể được làm lớn hơn nhiều so với trước đây vì độ bền kết hợp của nam châm vĩnh cửu và trục là thấp. Do đó, để tăng công suất của mô tơ, chiều dài của nam châm vĩnh cửu phải được kéo dài. Thật không may, điều này dẫn đến việc giảm tốc độ tối hạn của trục rô to, độ rung động và nguy cơ hư hỏng khi hoạt động ở tốc độ cao.

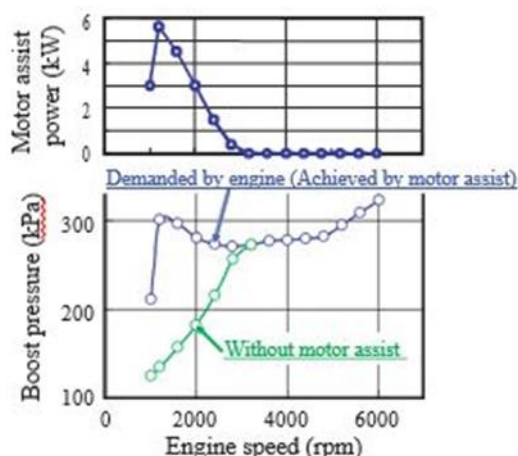
Bởi vì hiện tượng ho của máy nén đôi khi dẫn đến hư hỏng rô to, nó đã trở thành chủ đề nghiên cứu trong một thời gian và bởi nhiều nhà sản xuất khác nhau. Nhiều phương pháp xử lý phần vỏ đã được nghiên cứu để cải thiện đặc tính ho máy nén và đã được thương mại hóa trong các tua bin tăng áp cỡ lớn. Hơn nữa, lưu lượng dòng dâng lên có thể được giảm bằng cách sử dụng máy nén có VIGV hoặc bộ khuếch tán biến đổi. Một VIGV được lắp đặt ngược dòng từ đường vào của bánh công tác có thể điều khiển góc vận tốc của dòng chảy ở đường vào của bánh công tác, để có thể kiểm soát các đặc tính dòng của máy nén. Một bộ khuếch tán biến đổi được lắp đặt xuôi dòng từ lối ra của bánh công tác có thể điều khiển dòng chảy qua bộ khuếch tán nơi vận tốc cao hơn ở đường vào của bánh công tác. Vì vậy, những thay đổi trong đặc tính dòng với góc cánh khuếch tán rất nhạy so với VIGV. Và, sự hoạt động của máy nén với bộ khuếch tán biến đổi phụ thuộc rất nhiều vào khe hở giữa các thành bên cố định và các cánh khuếch tán biến đổi. Một máy nén có bộ khuếch tán biến đổi có hiệu suất cao hơn ở lưu lượng thấp và hiệu suất thấp hơn ở lưu lượng cao so với máy nén thông thường. Nói cách khác, máy nén với VIGV có hiệu suất cao hơn một chút ở vùng lưu lượng thấp đến trung bình và hiệu suất tương tự ở lưu lượng cao, so với máy nén thông thường.

4. Đánh giá hệ thống tăng áp

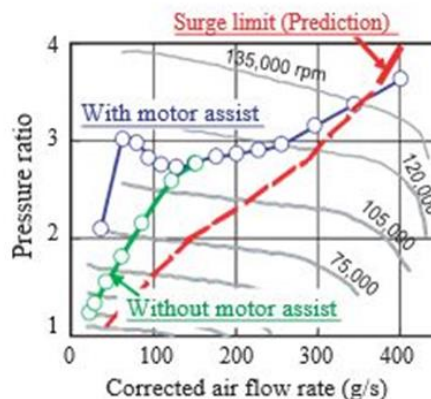
Vai trò của tăng áp là để đạt được áp suất nạp mà động cơ yêu cầu ở mức áp suất đường vào tuabin càng thấp càng tốt. Để đạt được điều này, cần phải sử dụng hệ thống tăng áp tối ưu. Ngoài ra, công nghệ kết hợp hệ thống tăng áp với động cơ cũng rất quan trọng. Do đó, đặc tính của một số loại hệ thống tăng áp cao áp đã được nghiên cứu bằng phương pháp mô phỏng để làm rõ những ưu điểm và mặt hạn chế của hệ thống.

4. 1. Đặc tính tĩnh

Chúng tôi đã kiểm tra các hệ thống tăng áp có thể tạo ra áp suất tăng áp cao trên toàn bộ dải hoạt động. Những điều này được thể hiện trong hình 7. Chúng tôi giả định việc sử dụng động cơ tăng áp cao áp mà áp suất tăng áp không thể có được bằng cách sử dụng một hệ thống thông thường. Áp suất tăng áp mong muốn là gần 300 kPa trên toàn bộ dải hoạt động và dung tích động cơ là 2000 cc.



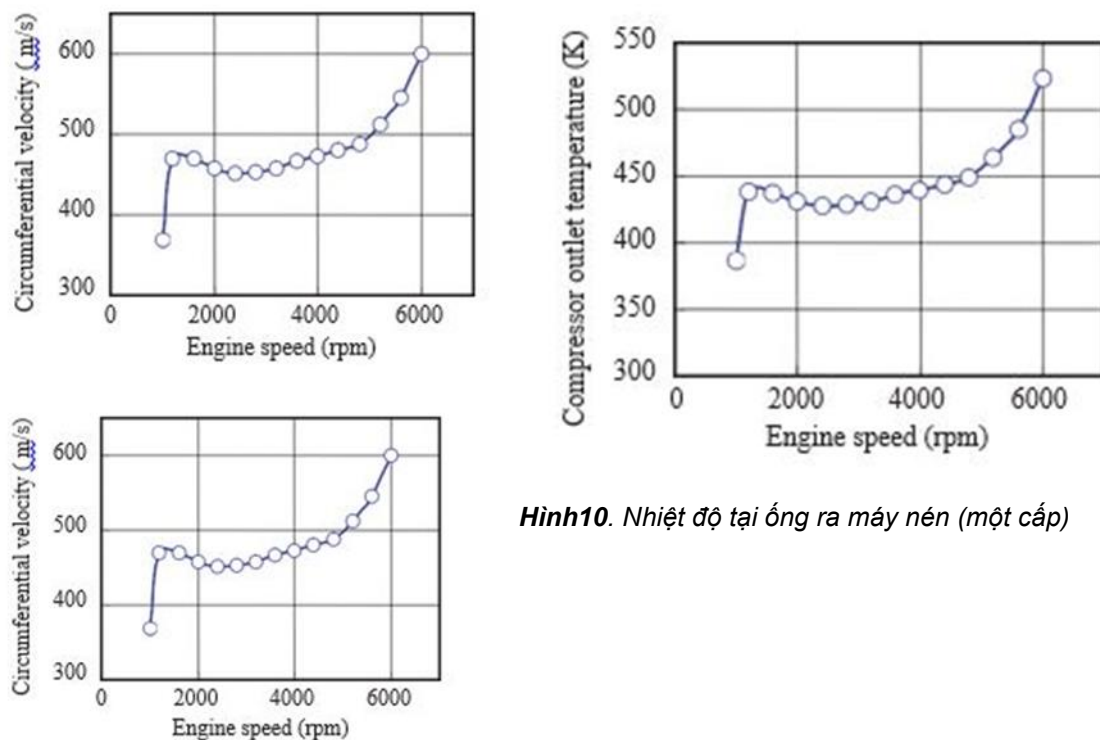
Hình 7. Đánh giá áp suất yêu cầu của động cơ



Hình 8. Đường công tác của máy nén trên đồ thị đặc tính (một cấp)

Trước tiên chúng tôi xem xét một hệ thống tăng áp VNT có và không có mô tơ trợ động. Hình 7 cho thấy áp suất tăng áp đạt được với mỗi hệ thống và công suất của mô tơ trợ động. Không thể đạt được áp suất tăng áp mong muốn ở tốc độ động cơ thấp khi sử dụng hệ thống tăng áp một cấp VNT mà không có mô tơ trợ động, ngay cả khi vòi phun biến đổi được đóng hoàn toàn. Tuy nhiên, nếu áp dụng mô tơ trợ động có công suất lớn nhất 5,6 kW cho VNT, thì có thể đạt được áp suất tăng áp mong muốn, như trong Hình 7. Người ta thường tin rằng việc phát triển một tua bin tăng áp với mô tơ trợ động 5,6 kW là rất khó khăn về kỹ thuật, như đã đề cập trong phần 3.2.

Hình 8 cho thấy đồ thị công tác của máy nén trên biểu đồ đặc tính. Phần lớn các đồ thị công tác nằm trong vùng lưu lượng dưới giới hạn “ho”. Vì vậy, cần phải cải thiện đáng kể giới hạn “ho” của máy nén cùng lúc với việc phát triển MAT công suất cao để đạt được áp suất tăng áp mong muốn. Chúng tôi tin rằng một máy nén không bị ho có thể được phát triển bằng cách sử dụng các thiết bị hình học biến đổi cùng với việc xử lý phần vò. Hình 9 cho thấy tốc độ vòng ra khỏi bánh công tác. Vận tốc đạt tới 600 m/s ở tốc độ động cơ cao, không tương thích với các bánh công tác hợp kim nhôm hiện tại vì điều này sẽ gây ra ứng suất quá mức cho bánh công tác. Do đó, sẽ cần thiết phải sử dụng vật liệu có độ bền cao như titan để đạt được độ bền cần thiết. Ứng suất trong bánh công tác cũng có thể được giảm bớt bằng cách giảm góc lùi của bánh công tác. Nói cách khác, cần phải cải thiện hơn nữa giới hạn ho vì giới hạn ho giảm giá trị khi góc lùi giảm. Hơn nữa, khả năng chịu nhiệt của đường ống thoát của máy nén phải được cải thiện do nhiệt độ khí ra khỏi máy nén đạt 523 K, như trong Hình 10.

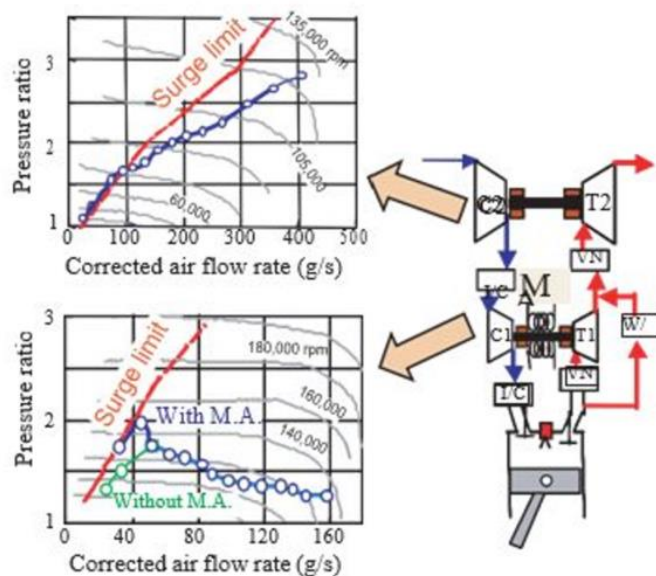


Hình 10. Nhiệt độ tại ống ra máy nén (một cấp)

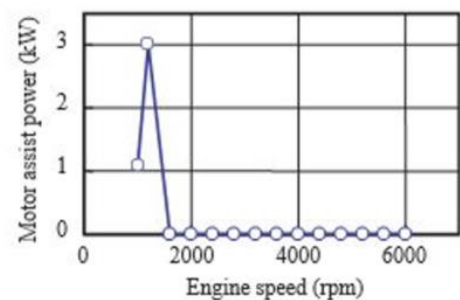
Hình 9. Tốc độ vòng khi ra khỏi bánh công tác (một cấp)

Tiếp theo, chúng tôi đã kiểm tra một hệ thống tăng áp hai cấp với hai VNT. Hình 11 là sơ đồ của hệ thống, cùng với biểu đồ đặc tính hiển thị các đường đặc tính công tác cho mỗi máy nén. Các vòi phun biến đổi được điều khiển để tăng tốc độ quay của tua bin tăng áp nhỏ cho giai đoạn áp suất

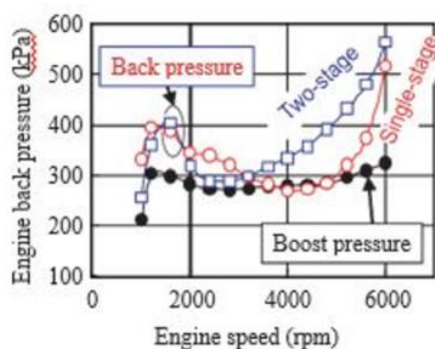
cao ở tốc độ động cơ thấp. Sau đó, chúng được điều khiển để tăng tốc độ của tua bin tăng áp lớn ở tốc độ động cơ cao. Hệ thống tăng áp hai cấp cũng cần trợ động mô tơ để đạt được áp suất tăng áp mong muốn. Tuy nhiên, công suất mô tơ trợ động 3 kW là ít hơn so với hệ thống tăng áp một cấp, như trong Hình 12. Hơn nữa, áp suất tăng áp mong muốn ở tốc độ động cơ thấp có thể đạt được bằng cách cải thiện một chút giới hạn ho của máy nén thông thường. Ngoài ra, cần tránh vấn đề về độ bền của bánh công tác hợp kim nhôm vì tỷ số áp suất của từng máy nén riêng lẻ thấp hơn so với hệ thống một cấp. Tuy nhiên, áp suất lỗi vào tua bin trong giai đoạn áp suất cao tạo ra giá trị lớn ở tốc độ động cơ cao do dung tích dòng của máy nén nhỏ là quá thấp. Người ta cho rằng áp suất lỗi vào tuabin có thể giảm bằng cách bỏ qua máy nén nhỏ ở tốc độ động cơ cao. Thật không may là cấu trúc của hệ thống và việc kiểm soát của nó phức tạp hơn nhiều. Hình 13 cho thấy áp suất ở đường vào tuabin, nghĩa là phản áp của động cơ ở cả hai hệ thống hai cấp và một cấp. Phản áp của động cơ trở nên lớn ở tốc độ động cơ cao vì hiệu suất của các tua bin tăng áp hiện tại giảm xuống ở tỷ số áp suất cao. Theo tính toán của chúng tôi, chúng tôi giả định áp suất tại đường ra của tuabin là 45 kPa ở tốc độ động cơ cao. Phản áp của động cơ bằng với giá trị của áp suất đường ra của tuabin nhân với tỷ số áp suất của tuabin. Do đó, việc giảm tổn thất áp suất qua đường ống xả làm giảm đáng kể phản áp của động cơ. Vì vậy, chúng tôi tin rằng các công nghệ cho cả việc giảm tổn thất áp suất trong đường ống xả và cải thiện hiệu suất của tua bin tăng áp là rất quan trọng đối với động cơ tăng áp cao áp.



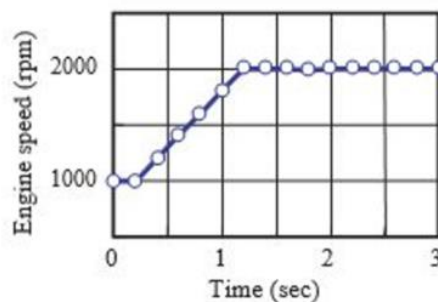
Hình 11. Đường công tác của máy nén trên đồ thị đặc tính (hai cấp)



Hình 12. Công suất mô tơ trợ động (hai cấp)



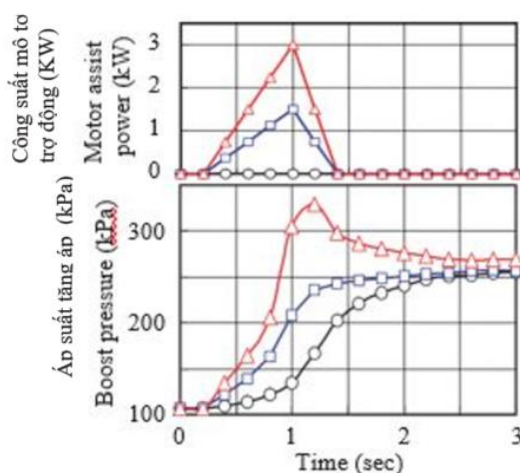
Hình 13. So sánh phản áp của động cơ giữa một và hai cấp



Hình 14. Tốc độ động cơ phụ thuộc thời gian cho tính toán tức thời

4.2. Đặc tính động

Chúng tôi đã kiểm tra ảnh hưởng của công suất mô tơ trợ động đến phản ứng tức thời của hệ thống tăng áp. Hình 14 cho thấy sự thay đổi phụ thuộc thời gian vào tốc độ động cơ mà chúng tôi giả định. Chúng tôi đã xem xét hệ thống tăng áp một cấp với VNT, giữ cho vị trí cánh của VNT không đổi. Hình 15 cho thấy sự gia tăng áp suất tăng áp phụ thuộc thời gian khi công suất mô tơ trợ động được thêm vào VNT (phần trên của hình vẽ). Trong những điều kiện hoạt động này, thời gian cần thiết để đạt được áp suất tăng áp tương tự có thể được rút ngắn đáng kể bằng cách thêm khoảng 1,5 kW công suất mô tơ trợ động. Khi thêm 3 kW của mô tơ trợ động, áp suất tăng áp trong giây lát sẽ vượt qua áp suất cuối cùng. Như vậy, mô tơ trợ động tạo ra một sự cải thiện đáng kể trong phản ứng tức thời của động cơ tăng áp. Tuy nhiên, điều cần thiết là phải kiểm soát cẩn thận lượng trợ giúp của mô tơ.



Hình 15. Ảnh hưởng của công suất mô tơ trợ động lên phản ứng tức thời

5. Kết luận

Một xu hướng phổ biến trong công nghệ động cơ là giảm kích thước với tỷ trọng công suất cao và tăng áp để giảm mức tiêu thụ nhiên liệu. Là một phần của việc này, các nhà phát triển đã cố gắng tăng lưu lượng dòng khí. Như một phương tiện để đạt được điều này trong một chiếc xe đua, chẳng hạn, có thể tăng tốc độ động cơ và áp suất tăng áp bằng cách sử dụng một tua bin tăng áp hoặc siêu tăng áp. Người ta cho rằng việc tăng áp suất tăng áp có tác động tích cực đến mức tiêu thụ nhiên liệu. Và, gần đây, xu hướng đã hướng tới lưu lượng dòng khí lớn hơn nhiều để đạt được cả mức tăng áp và tỷ trọng công suất cao.

MAT cung cấp khả năng giải quyết các vấn đề về mô men xoắn cận dưới không đủ và đáp ứng tức thời thấp là những điểm yếu của động cơ tăng áp. Hơn nữa, năng lượng còn lại trong khí xả có thể được thu hồi bằng cách thêm một thiết bị máy phát vào MAT. Điều này tạo ra một sự cải thiện đáng kể trong mức tiêu thụ nhiên liệu. Do đó, có vẻ như rõ ràng rằng trong tương lai, sự phát triển riêng biệt của động cơ và tua bin tăng áp sẽ được thay thế bằng sự phát triển của hệ thống động cơ tăng áp. Các động cơ tăng áp kết hợp các công nghệ mới dự kiến sẽ góp phần lớn trong việc đáp ứng nhu cầu giảm lượng phát thải khí CO₂ và NO_x.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] European Council for Automotive R&D(EUCAR) : "European Integrated Hydrogen Project", EIHP, (online), available from <<http://www.eihp.org/public/documents/fuero/EUCAR>>, (accessed 2006-04-03)
- [2] Uchida H. J. of Gas Turbine Soc. Jpn., 28-3(2000), 22
- [3] Matsumoto, K., et al.: JSAE Annu. Spring Congr. Tech. Pap. No.29-99 (1999), 5
- [4] Yamaguchi, S., et al.: "The Development of Casing Treatment for Turbocharger Compressor", 7th Int. Conf. on Turbochargers and Turbocharging, Proc. of IMechE C602/016/2002, (2002)
- [5] (Report received on Jun. 26, 2006)

ĐẶC TÍNH KHAI THÁC CỦA HỆ THỐNG TUA BIN TÀU THỦY SỬ DỤNG HƠI TỪ HỆ THỐNG NỒI HƠI PHỤ- KHÍ XẢ OPERATIONAL CHARACTERISTIC OF MARINE TURBOUNITS POWERED BY STEAM FROM AUXILIARY OIL-FIRED BOILERS

Hoàng Đức Tuấn

Khoa Máy Tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Bài viết này đưa ra các giá trị đặc trưng và các thông số vận hành của hai nhóm tuabin hơi phụ tàu thủy như hiệu suất và suất tiêu hao hơi trên mỗi đơn vị công suất hoặc mỗi giờ. Để phân tích vấn đề đã nêu, những máy bơm tua bin hàng lỏng và máy phát điện lai bằng tuabin được lựa chọn. Các giá trị đặc trưng và thông số vận hành đã được xác định bằng cách sử dụng kết quả thử nghiệm vận hành cho các tua bin được lắp đặt trên tàu chở dầu ở các mức tải khác nhau.

Abstract.

This paper presents characteristic values and operational parameters of two selected marine auxiliary steam turbine units such as efficiency, and steam consumption per power unit or per hour. For the purpose of the analysis, the cargo turbine pumps and turbogenerators have been selected. The characteristic values and operational parameters have been determined using the results of the operational test for the turbo units installed on oil tankers at various power loads.

Keywords: Auxiliary oil-fired boiler, Operational characteristic of marine turbounits.

1. Giới thiệu

Việc giảm mức tiêu thụ nhiên liệu của các hệ thống năng lượng được xúc tiến không chỉ do các mối lo ngại về kinh tế mà còn bởi nhiều các quy định liên quan đến những điều luật phát thải cho phép của khí xả độc hại.

Theo các nguồn tài liệu ([4, 6]), chi phí mua nhiên liệu, dầu và chất bôi trơn bằng 50% - 80% chi phí vận hành tàu. Kinh tế sẽ là vấn đề đáng lo ngại đi khi bắt buộc phải sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp đặt tiền trong suốt quá trình hoạt động của tàu ở các khu vực đặc biệt.

Để giảm thiểu mối đe dọa tới môi trường do việc phát thải CO₂, vào ngày 1 tháng 1 năm 2013, Tổ chức Hàng hải Quốc tế-International Maritime Organization (IMO) đã đưa ra yêu cầu về Kế hoạch Quản lý Hiệu quả Năng lượng Tàu thủy-Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP), áp dụng cho mọi tàu đang hoạt động và cả tàu mới. SEEMP đảm bảo rằng tàu được khai thác và vận hành một cách tối ưu về mức tiêu thụ năng lượng và lượng phát thải CO₂ ra ngoài môi trường. Để xác định mức phát thải cho phép của các thành phần khí thải độc hại và các chất hóa học khác, như NO_x, CO, SO_x và HC, IMO đã áp dụng các yêu cầu của các quy định Hiệu quả Năng lượng có trong Phụ lục IV của MARPOL 73/78. Những yêu cầu này dựa trên ISO 8178.

Một trong những phương pháp để giảm và hạn chế mức tiêu thụ nhiên liệu của các hệ thống năng lượng tàu thủy là việc sử dụng các hệ thống thu hồi nhiệt thải từ nguồn nhiệt thải do động cơ chính để tăng sản lượng hơi được tạo ra trong nồi hơi khí xả. Hơi nước được sử dụng cho mục đích hâm sấy và được dẫn tới các tua bin tăng áp bằng hơi, nơi mà tua bin hơi dẫn động máy phát điện và máy bơm. Hơi nước được tạo ra trong nồi hơi phụ mà có thể được đốt bằng dầu thải có được trong quá trình lọc nước lẫn dầu, xử lý nhiên liệu và dầu bôi trơn. Do có một giải pháp như vậy, mà bộ phận tăng áp có thể hoạt động trong khi động cơ chính thì không.

Hơn nữa, lượng nhiên liệu tiêu thụ của một hệ thống năng lượng tàu thủy phụ thuộc vào hiệu suất của các máy móc và thiết bị được lắp đặt, sự lựa chọn phù hợp và khai thác chính xác, theo tải trọng công suất và phương pháp điều chỉnh công suất.

Hiệu suất và mức tiêu thụ nhiên liệu cho một máy móc hoặc thiết bị trên tàu thủy cụ thể có thể được đánh giá trên cơ sở kết quả kiểm tra hoạt động được thực hiện tại tàu. Với các đối tượng được phân tích, hiệu suất của chúng phụ thuộc vào độ lớn của tải và phương pháp điều chỉnh công suất. Theo dữ liệu của ([3, 7]) và kết quả của các thử nghiệm được tiến hành cập nhật bởi tác giả ([1, 5]), hiệu suất của tuabin hơi giảm tới 50% khi các máy được vận hành trong phạm vi từ 25% đến 30% tải danh nghĩa của chúng.

Có hai phương pháp điều chỉnh công suất được áp dụng cho tuabin hơi ở tải thấp là phương pháp điều chỉnh chất lượng và phương pháp điều chỉnh chất lượng - số lượng.

Phương pháp điều chỉnh chất lượng là kỹ thuật đơn giản nhất để điều chỉnh công suất. Phương pháp này đòi hỏi phải điều tiết van điều chỉnh cho toàn bộ dòng hơi cấp vào tuabin. Sự đơn giản và hiệu quả của phương pháp này phải được cân nhắc trước nhiều những yếu tố bất lợi. Điều chỉnh dòng hơi qua van điều tốc không chỉ làm giảm lưu lượng khối lượng mà còn giảm áp suất hơi.

Sự giảm áp suất của thể tích hơi toàn phần được cấp cho tuabin có liên quan đến vấn đề kinh tế về suất tiêu thụ nhiên liệu tăng lên. Nó xảy ra do sự chênh lệch giữa lượng nhiệt cần thiết để tạo hơi trong nồi hơi với các thông số danh nghĩa và lượng nhiệt nhỏ hơn cần thiết để tạo ra hơi nước với các thông số thấp hơn phía sau van điều chỉnh.

Ngoài ra, việc giảm áp suất do áp dụng phương pháp điều chỉnh chất lượng năng lượng làm hạn chế sự giảm xuống của nhiệt giá lý thuyết và thực tế trong tuabin, khi áp suất trong thiết bị ngưng tụ được duy trì ở cùng mức. Theo đó, để duy trì công suất yêu cầu của tuabin, yêu cầu về hơi phải tăng.

Những bất lợi nói trên sẽ xảy ra ở mức độ thấp hơn khi áp dụng phương pháp điều chỉnh về chất lượng và số lượng, lúc này các khoang mà để cấp hơi cho tua bin được sử dụng. Mỗi khoang cấp hơi được trang bị một van điều chỉnh thành phần. Cùng với nhu cầu về công suất tuabin tăng lên, mức độ mở của van điều chỉnh sẽ tăng theo, dẫn đến độ dòng chảy khối cũng như áp suất

của hơi nước được cung cấp cho phần này càng cao. Đây là nội dung của phương pháp điều chỉnh chất lượng. Phương pháp điều chỉnh số lượng chỉ được áp dụng khi van điều chỉnh bộ phận được mở hoàn toàn và hơi nước không bị tiết lưu. Việc tăng thêm công suất tuabin đòi hỏi các van phải được mở và hơi được cấp đến các cụm tiếp theo. Phương pháp điều chỉnh số lượng thuần túy diễn ra khi các van điều chỉnh mở hoàn toàn cho các bộ phận cụ thể. Trong các điều kiện này, việc điều chỉnh công suất có thể được thực hiện bởi sự thay đổi lưu lượng khối lượng dòng chảy khối qua tuabin. Trong thực tế, điều này đòi hỏi từng bước điều chỉnh công suất.

Số lượng các khoang chứa và lưu lượng chảy qua chúng được thiết kế sao cho phương pháp điều chỉnh số lượng áp dụng cho mỗi chế độ công suất tuabin cụ thể. Ví dụ, đối với trường hợp có 4 khoang thành phần, phương pháp có thể áp dụng cho 25%, 50%, 75% và 100% công suất danh định của tuabin. Phương pháp điều chỉnh công suất theo chất lượng-số lượng được áp dụng đối với các giá trị trung gian. Một điểm cần lưu ý là đối với tải công suất tuabin giả thuyết là 80%, hơi nước sẽ được dẫn và cấp đến bốn khoang [2]. Tuy nhiên, khi dòng hơi chảy qua ba cụm đầu tiên, nó sẽ không bị tiết lưu (phương pháp điều chỉnh số lượng) và chỉ một lượng hơi nhất định cần thiết để đạt 75% và 80% công suất sẽ được tiết lưu bằng van điều chỉnh của cụm thứ tư (phương pháp điều chỉnh chất lượng).

Phương pháp điều chỉnh chất lượng - số lượng đã được áp dụng tua bin lai máy phát điện đã được thử nghiệm, trong khi phương pháp điều chỉnh số lượng đã được sử dụng trong tuabin lai bơm.

Nghiên cứu được thực hiện trên tàu trong các thử nghiệm được chấp nhận ở cảng (HAT) theo quy tắc (thông thường). Mục tiêu của các thử nghiệm là chứng minh rằng các tuabin đạt được thông số thiết kế như là công suất và suất tiêu thụ hơi nước. Hơn nữa, dữ liệu đo lường được thu thập cho phép xác định các thông số hoạt động bổ sung khác như hiệu suất tuabin và suất tiêu hao hơi đơn vị ở các chế độ tải khác nhau.

2. Mô tả nghiên cứu và kết quả

Tổ hợp tua bin được thử nghiệm bao gồm một tuabin hơi, một hộp giảm tốc bánh răng, một bầu ngưng và một máy phát điện được lắp đặt trên một bệ chung. Nghiên cứu được thực hiện khi tổ hợp tua bin được cung cấp hơi nước tạo ra bởi các nồi hơi phụ đốt dầu.

Các thông số kỹ thuật và vận hành chung của tổ hợp tuabin để nghiên cứu được trình bày trong Bảng 1.

Sơ đồ bộ tăng áp có vị trí của thiết bị đo và hệ điều chỉnh công suất được thể hiện trong Hình 1.

Bảng 1: Thông số kỹ thuật của tổ hợp tua bin hơi đã được thử nghiệm

	Tổ hợp tua bin	Tua bin lai máy phát	Tua bin lai bơm
Tuabin hơi	Hãng sản xuất	Shinko Ltd	Shinko Ltd
	Loại mẫu	RG64-M	RX 2- 2
	Kiểu	Tua bin xung lực nhiều tầng áp suất-6.	Tua bin xung lực nhiều tầng tốc độ
	Phương pháp điều chỉnh công suất	Phương pháp điều chỉnh chất lượng-số lượng	Phương pháp điều chỉnh số lượng
	Công suất danh nghĩa [kW]	1000	1290
	Tốc độ roto tua bin [rpm]	10000	6992
	Tốc độ ra khỏi bộ giảm tốc [rpm]	1800	1330
	Áp suất hơi [Mpa]	1,42	1,42
	Loại hơi	Hơi bão hòa	Hơi bão hòa

	Nhiệt độ hơi [0C]	198,9	198,9
	Áp suất hơi trong bầu ngưng [Kpa]	-90,0	-75,0
	Lượng tiêu thụ hơi ở tải định mức [kg/h]	11000	14190
Thiết bị tiêu thụ công suất	Kiểu	Máy phát điện	Bơm ly tâm
	Hãng sản xuất	NISHISHIBA.Co	Shinkho Ltd
	Công suất danh nghĩa [kW]	1000	-
	Điện áp [V]	450	450
	Tần số dòng điện [Hz]	60	60
	Tốc độ roto [rpm]	1800	1330
	Công suất danh nghĩa [m3/h]	-	3000
	Cột áp [m.w.c]	-	130

Nguồn: Các tác giả, Ship's Particular (2005), Shinko RG, Shinko Cargo.

Khi khảo sát, tổ hợp tua bin hoạt động theo các thông số quy định. Do đó, có thể duy trì tốc độ quay của tuabin 2 không đổi. Độ mở của van điều chỉnh 1, làm thay đổi lưu lượng và thông số của hơi, được điều khiển và điều chỉnh bằng bộ điều chỉnh tốc độ quay 3.

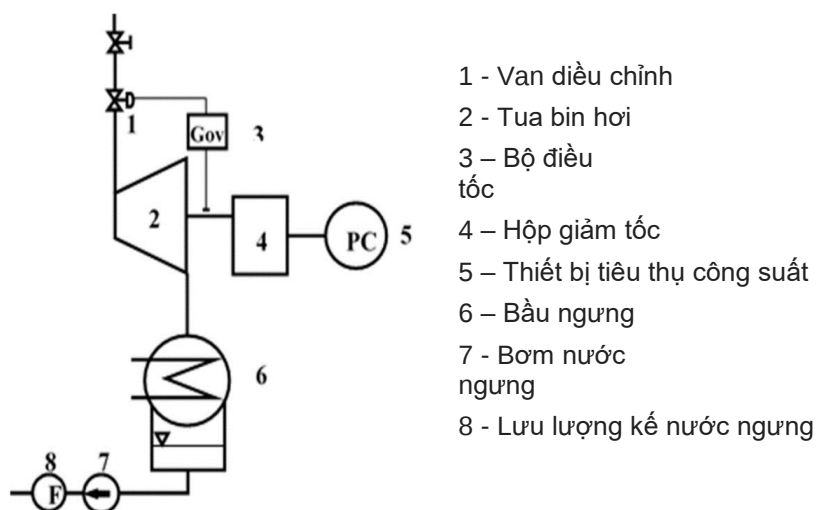
Về phía tua bin lai máy phát điện, công suất tải tuabin đã được thay đổi bằng cách bật và tắt nguồn điện của thiết bị tiêu thụ công suất, với tuabin lai bơm thì bằng cách thay đổi độ mở của van trên đường ống thải của bơm hàng.

Tải công suất của tua bin lai máy phát điện, áp suất trung bình và nhiệt độ của chúng thấy từ các thiết bị đo là các thành phần thiết bị trong hệ thống hàng hải.

Lưu lượng khối lượng dòng chảy của hơi cung cấp cho các tua bin được xác định trên tốc độ dòng chảy khối ngưng tụ được đo chảy ra từ bầu ngưng số 6. Lưu lượng kế 8 đã được sử dụng cho mục đích đó. Trong khi, với tuabin lai bơm, lưu lượng dòng chảy được đo bằng lưu lượng kế trên đường ống xả.

Các phép đo được thực hiện 30 phút sau khi công suất phụ tải được thay đổi và sự làm việc của tua bin đã ổn định ([8, 10]).

Các kết quả cho tuabin lai bơm và lai máy phát điện được trình bày trong Bảng 2 và 3.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý tổ hợp tuabin

Bảng 2: Kết quả thử nghiệm vận hành của cụm tua bin lai bơm (n = 1332 rpm)

Mục	Suất tiêu thụ hơi	Áp suất hơi trước van điều chỉnh	Áp suất hơi sau van điều chỉnh	Áp suất hơi trong bầu ngưng	Lưu lượng thể tích nước	Cột áp tổng
	D_{pt} [kg/h]	P_{pt} [Mpa]	P_{ct} [Mpa]	P_{wt} [kPa]	Q_{wt} [m ³ /h]	H [m.w.c]
1	9486	1,43	0,86	-68,2	764	163,96
2	11548	1,41	1,05	-68,8	1665	156,79
3	12826	1,41	1,19	-68,3	2378	144,70
4	13981	1,43	1,30	-68,7	3043	130,88
5	14113	1,43	1,32	-68,6	3205	126,09

Nguồn: Các tác giả, Ship's Particular (2005), Shinko RG, Shinko Cargo.

Bảng 3: Kết quả thử nghiệm vận hành của cụm tua bin lai máy phát (n = 1800 rpm)

Mục	Suất tiêu thụ hơi	Tỷ lệ công suất máy phát	Công suất phát điện	Áp suất hơi đi vào tua bin	Áp suất trong bầu ngưng tua bin
	D_{pg} [kg/h]	P_w [%]	P_g [kW]	P_{pg} [Mpa]	P_{wg} [Kpa]
1	6230	25	250	1,42	-92,7
2	7820	50	500	1,41	-92,6
3	9610	75	750	1,40	-90,0
4	11300	100	1000	1,42	-90,6
5	11920	110	1100	1,42	-91,8

Nguồn: Các tác giả, Ship's Particular (2005), Shinko RG, Shinko Cargo.

Bảng 3 không bao gồm các giá trị áp suất hơi sau khối điều khiển công suất. Các thông số không thể đo được theo phương pháp điều chỉnh số lượng - chất lượng của tuabin lai máy phát.

Các kết quả đo lường và tính toán có trong Bảng 2 và Bảng 3 đã được sử dụng để cụ thể hóa các thông số hoạt động của các tổ hợp tuabin.

3. Lựa chọn thông số làm việc cho tổ hợp tuabin

Các quan hệ toán học trong nhiệt động lực học [4] được áp dụng để xác định các thông số vận hành của các tổ hợp tuabin như công suất lý thuyết của tua bin hơi, suất tiêu thụ hơi liên quan đến công suất yêu cầu và hiệu suất chung của tổ hợp tua bin.

Công suất lý thuyết của tuabin hơi được tính theo số liệu trên đồ thị i-s là mức giảm entanpi (nhiệt giáng lý thuyết) đối với các giá trị của áp suất hơi đo được tại đầu vào tuabin và áp suất trong thiết bị ngưng tụ, và bằng cách nhân nhiệt giáng lý thuyết với lưu lượng khối hơi.

Lưu lượng khối lượng hơi được thiết lập bằng cách nhân thể tích nước ở cửa xả bầu ngưng (đọc trên lưu lượng kế) với khối lượng riêng của nước ngưng được chỉ định theo nhiệt độ ngưng tụ đo được.

Công suất yêu cầu của bơm trong tổ hợp tuabin lai bơm được xác định bằng cách nhân lưu lượng nước đo được tại cửa hút với khối lượng riêng chất lỏng xác định theo nhiệt độ của nó và cột áp của bơm được xác định trên cơ sở đo áp suất tại đường hút của bơm. Hiệu suất của tổ hợp tuabin nói chung được xác định bằng cách chia công suất yêu cầu cho suất tiêu hao công suất cho công

suất lý thuyết của tuabin. Suất tiêu thụ hơi của tổ hợp tua bin được xác định bằng cách chia hơi được yêu cầu cho công suất yêu cầu của suất tiêu hao công suất.

Các tính toán được thực hiện cho 5 điểm đo (Bảng 1 và Bảng 2) cho mỗi tổ hợp tuabin.

Các kết quả cho các thông số vận hành của tuabin lai bơm được trình bày trong Bảng 4 và cho tua bin lai máy phát trong Bảng 5

Bảng 4: Kết quả tính toán các thông số vận hành tại cụm tua bin lai bơm.

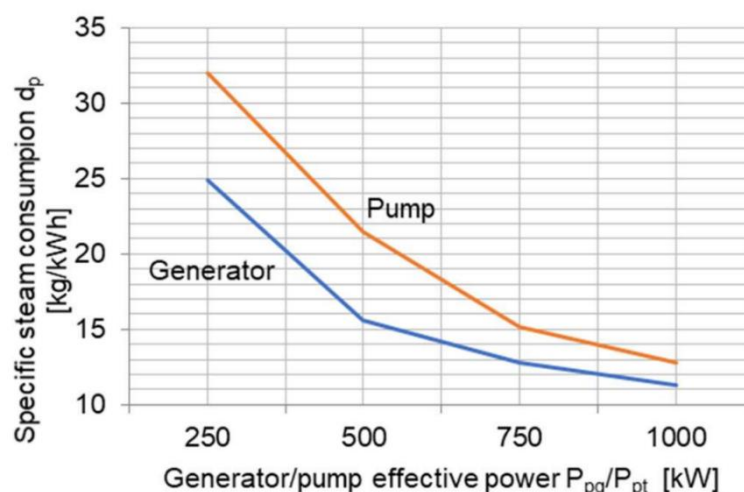
Số điểm	Công suất có ích của bơm	Công suất lý thuyết của tua bin	Hiệu suất tổng của tua bin lai bơm	Suất tiêu hao hơi có ích
	P_{pt} [kW]	P_{tt} [kW]	η_{tt} [-]	D_{pt} [kg/kWh]
1	340,0	2084,3	16,31	27,90
2	708,5	2640,0	26,83	16,30
3	933,9	2974,9	31,40	13,73
4	1080,9	3281,7	32,89	12,93
5	1096,8	3332,2	32,91	12,86

Bảng 5: Kết quả tính toán các thông số vận hành của cụm tua bin lai máy phát

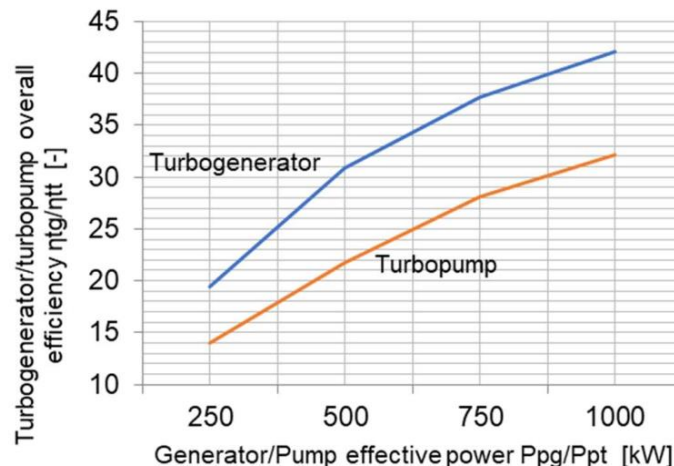
Số điểm	Công suất có ích của máy phát điện	Công suất lý thuyết của tua bin	Hiệu suất tổng cụm của bin lai máy phát	Suất tiêu hao hơi có ích
	P_{pg} [kW]	P_{tg} [kW]	η_{tg} [-]	D_{pg} [kg/kWh]
1	250	1290	19,42	24,92
2	500	1618	30,92	15,64
3	750	1988	37,71	12,81
4	1000	2339	42,72	11,30
5	1100	2467	44,60	10,83

Dữ liệu trong Bảng 3-5 được thể hiện trên Hình 2 để biểu thị suất tiêu hao hơi của tổ hợp tua bin và Hình 3 để biểu thị hiệu suất của tổ hợp tua bin.

4. Kết luận



Hình 2: Quan hệ giữa suất tiêu hao hơi với công suất tiêu thụ có ích của thiết bị tiêu thụ



Hình 3: Quan hệ giữa hiệu suất chung của tổ hợp tuabin với công suất tiêu thụ có ích

Suất tiêu hao hơi đo được, khi tua bin lai máy phát điện vận hành theo công suất phụ tải, tương đương 11300 kg/giờ và cao hơn 3% so với quy định trong tài liệu kỹ thuật; trong khi tuabin lai bơm ở công suất định mức tiêu thụ 13981 kg/giờ hơi, nghĩa là mức tiêu thụ hơi thấp hơn 2,5% so với thông số tiêu thụ có trong tài liệu kỹ thuật;

Công suất danh nghĩa của các thiết bị tiêu thụ năng lượng đạt được cho cả hai tổ hợp tuabin. Đối với tổ hợp tua bin lai máy phát, công suất danh định của máy phát đã vượt quá 10%, trong khi đối với máy bơm trong tổ hợp tua bin lai bơm đạt công suất danh định;

Các kết quả hiệu suất được tính toán cho các tổ hợp tuabin thay đổi đáng kể. Đối với máy phát điện tua bin, hiệu suất có thể bằng từ 19,42% ở mức tải danh nghĩa 25% đến 42,72% ở mức tải danh nghĩa 100%. Trong khi đối với một tuabin, nó có thể nằm trong phạm vi từ 16,31% với công suất danh định 34% đến 32,89% với công suất danh nghĩa bơm 108%.

Các kết quả tính toán hiệu suất đối với các tổ hợp tua bin khác nhau đáng kể. Với tuabin lai máy phát điện, hiệu suất có thể đạt từ 19,42% ở mức 25% tải danh nghĩa đến 42,72% ở 100% tải danh nghĩa. Trong khi đối với tuabin lai bơm, nó có thể nằm trong phạm vi từ 16,31% với tải bằng 34% công suất danh định của bơm đến 32,89% ở 108% công suất danh định của bơm.

Các kết quả chủ yếu bị ảnh hưởng bởi:

- Phương pháp điều chỉnh chất lượng - số lượng áp được áp dụng với tải công suất danh định của tổ hợp tua bin lai máy phát điện bằng 25%, 50%, 75% và 100% tải danh định, do đó chỉ tiết lưu với dòng hơi được cung cấp cho buồng hút (hơi được cung cấp cho các buồng còn lại không tiết lưu). Đối với một tuabin lai bơm sẽ áp dụng phương pháp điều chỉnh chất lượng. Nó bao gồm điều tiết tất cả hơi hướng đến tuabin;
- Áp suất trong thiết bị ngưng tụ của tổ hợp tuabin lai máy phát điện được duy trì ở mức thấp hơn trong phạm vi từ - 90,0 kPa đến - 92,7 kPa (trong thiết bị ngưng tụ của tổ hợp tuabin lai bơm, từ - 66,3 kPa đến - 68,2 kPa). Vì thực tế đó, nhiệt giáng entanpy lý thuyết cho dòng hơi trong tuabin được tăng lên;
- Đặc tính máy phát điện có hiệu suất cao hơn trong phạm vi từ 95% đến 97%, trong khi ở máy bơm ly tâm hiệu suất trung bình phần lớn nằm trong khoảng 90% đến 92%.
- Giá trị nhỏ tối thiểu của mức tiêu thụ hơi nằm trong phạm vi công suất của tổ hợp tua bin thay đổi từ 70% đến 100% công suất danh nghĩa của chúng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Behrendt C. (2015), Operational characteristics of selected marine turbogenerator powered by steam from oil-fired boiler, Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin no 44(116), pp. 9-13.

- [2] Costanza V, Rivadeneira P.S. (2015), Optimal supervisory control of steam generators operating in parallel. Energy, no. 93, pp 1819-1831.
- [3] Guo S., Liu P., Li Z., (2016), Data reconciliation for the overall thermal system of a steam turbine power plant. Applied Energy, no.165, pp 1037-1051.
- [4] Kosowski K. (2005) Ship Turbine Power Plants. Thermodynamical Cycles. Gdańsk, Wydawnictwo Foundation for the Promotion of Marine Industry.
- [5] Krause P., Behrendt C. (2007), Operating characteristics of the cargo turbopump, Maintenance Problems no 3/2007(66), pp.121-127.
- [6] Krzyślak P. (2002), Podnoszenie sprawności cieplnych układów turboparowych, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- [7] Mrzljak V., Poljak I., Mrakovcic T. (2017), Energy and exergy analysis of the turbo-generators and steam turbine for the main feed water pump drive on LNG carrier, Energy Conversion and Management, no 140 (217), pp 307-323.
- [8] Normy (2001), Normy: DIN 57116/VDEO116, DIN 4787 T2, DIN 4788 T3, PN PN-71/M-35520. Shinko RG, Shinko RG 64M-3 turbine, Shinko Official Website. Available at: <https://www.shinkohir.co.jp/en/catalog.html> [Accessed 09. March. 2018].
- [9] Shinko Cargo, Shinko Cargo and Ballast Pump Turbine, Shinko Official Website. [online] Available at: <https://www.shinkohir.co.jp/en/catalog.html> [Accessed 26 March. 2018].
- [10] Ship's Particular (2005), Ship's no 9000112 Particulars, Samsung Heavy Industries, Korea, [internal ship documentation].

LỰA CHỌN CÁC GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐỂ GIẢM LƯỢNG KHÍ THẢI NO_x VÀ SO_x

SELECTION OF TECHNIQUES FOR REDUCING SHIPPING NO_x AND SO_x EMISSIONS

Đỗ Thị Hiền

Khoa Máy Tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt: Ô nhiễm từ tàu đang là mối lo ngại ngày càng tăng, đặc biệt là do sự cố tràn dầu và khí thải có chứa NO_x và SO_x . Khí thải tàu đang trở thành một nguồn gây ô nhiễm không khí đáng kể và có thể làm giảm lợi ích nhận được từ việc giảm phát thải của các nguồn trên đất liền như phương tiện và nhà máy. Bài báo này giới thiệu các giải pháp kỹ thuật để làm giảm lượng khí thải NO_x và SO_x do tàu thải ra.

Abstract: Pollution from ships is of increasing concern, particularly that caused by oil spills and air emissions containing NO_x and SO_x . Ship emissions are becoming a significant source of air pollution and could possibly diminish the benefits received from emission reduction of such land-based sources as vehicles and power plants. This article introduces selection of techniques for reducing shipping NO_x and SO_x emissions.

1. Đặt vấn đề

Sự ô nhiễm từ tàu vận tải biển là mối lo rất lớn, đặc biệt là các sự cố tràn dầu. Các khí thải từ hoạt động trên biển có chứa khí NO_x và SO_x . Các tổ chức hàng hải quốc tế như (IMO) và tổ chức bảo vệ môi trường hàng hải (MEPC) đã bắt đầu kiểm tra và ngăn chặn sự ô nhiễm của khí thải từ các tàu vận chuyển trên biển. Vì vậy bài viết này nhằm phát triển phương pháp lựa chọn công nghệ kiểm soát lượng khí thải NO_x và SO_x từ các phương tiện vận chuyển sử dụng nhiên liệu DO, FO... Đặc biệt là ô nhiễm không khí biển.

2. Các công nghệ kiểm soát lượng khí thải NO_x và SO_x

- Kiểm soát để làm giảm lượng khí thải đến giới hạn yêu cầu. Ta có công nghệ được giới thiệu ở (bảng 1) với các đặc điểm riêng trong quá trình nghiên cứu nhằm làm giảm NO_x .

- Các hệ thống kiểm soát SO_x mục đích hạn chế tỷ lệ lưu huỳnh có trong nhiên liệu nặng từ mức trung bình 2,7% xuống 1,5 % với phương pháp kiểm soát và trộn nhiên liệu trên tàu trước khi sử dụng cho động cơ là phương pháp tối ưu. Bảng 2 bao gồm bốn phương pháp kiểm soát SO_x

3. Phương pháp lựa chọn chung

Để phương pháp lựa chọn mà các chủ tàu có thể áp dụng, chúng ta phải xem xét các chỉ tiêu có lợi cho họ như chi phí vốn, chi phí vận hành, bảo trì và độ khó khăn khi vận hành hệ thống của người khai thác qua dữ liệu ở sơ đồ 1. Từ đó tìm ra phương pháp thay thế các phương pháp cũ để các chủ tàu đưa ra quyết định lựa chọn phương án mới theo hướng có lợi, ưu tiên lựa chọn phương pháp kiểm soát khí thải gồm các bước như sau:

a. Bước 1: Xác định các lựa chọn thay thế:

- Xác định lựa chọn thay thế từ các đánh giá cơ bản, các phương án kiểm soát khí thải NO_x (bảng 1 – 6 tiêu chí kỹ thuật) và 4 phương án kiểm soát SO_x (sơ đồ 3 và bảng 7 và bảng 2- 4 tiêu chí kiểm soát và lựa chọn nhiên liệu

b. Bước 2: Xác định các tiêu chí:

- Các tiêu chí được xác định nhằm đánh giá các phương pháp kiểm soát NO_x được nêu ra. Sáu tiêu chí chính được lựa chọn và liệt kê trong hai nhóm ở sơ đồ 2. Nhóm 1 đại diện cho các tiêu chí về chi phí liên quan đến lợi ích. Tương tự các tiêu chí đánh giá kiểm soát SO_x thể hiện trong sơ đồ 3. Tất cả các tiêu chí sử dụng để đánh giá các phương pháp kiểm soát SO_x được phân loại là chi phí

- Hàm lượng lưu huỳnh tiêu chí C₂ đại diện cho giá trị khối lượng vì khi dầu bị đốt cháy có thể cho thấy mức giảm thực tế của hàm lượng lưu huỳnh.

Bảng 1. Phương pháp kiểm soát NO_x và đặc tính của chúng.

Phương pháp kiểm soát NO _x	Đặc điểm					
	Tỷ lệ của NO _x giảm (%)	Chi phí vốn (\$/kw)	Chi phí lắp đặt (\$)	Chi phí hoạt động hàng năm (\$)	Tuổi thọ (năm)	Không gian mở rộng thêm (m ³)
Thay đổi thiết kế động cơ bên trong (IEM)	25	13	410	9800	25	0
Phun nước liên tục (CWI)	70	35	10,000	16,100	15	12
Nhiên liệu nước nhũ tương FWE	50	28	100,000	27,000	15	6
Phun nước (bơm nước) trực tiếp DWI	50	30	27,000	68,000	25	17
Động cơ (mô tơ) không khí ẩm (HAM)	70	98	86,000	1500	15	8
chọn lọc giảm xúc tác chất SCR	95	100	304,500	153,000	15	30

Bảng 2. Phương pháp kiểm soát SO_x và chiến lược nhiên liệu

Phương pháp kiểm soát SO _x	Tính năng	
	Ưu điểm	Nhược điểm
Phương pháp thay đổi (COM)	- Áp dụng dễ dàng cho tàu có hai bể chứa và bể lắng - Khả năng tuân thủ tốt các yêu cầu về phát thải khí SO_x thấp đặc biệt là đối với tàu mới	- Cần đủ thời gian cần thiết để xả hết nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao. - Tốn thời gian và tốn chi phí cho những con tàu chỉ có một kết lắng.
Thiết kế bể (kết) tách riêng (STD)	- Tuân thủ các yêu cầu phát thải khí SO_x thấp. Tính linh hoạt và tiết kiệm chi phí khi sử dụng các loại nhiên liệu khác nhau. - Hoạt động dễ dàng	- Yêu cầu cao về nhiên liệu có tỷ lệ lưu huỳnh thấp và chi phí cao. - Yêu cầu thể tích lớn để chứa các kết chứa riêng dưới tàu - Chi phí cao khi mang nhiều nhiên liệu
Pha trộn nhiên liệu trên tàu (OFB)	- Không yêu cầu các hệ thống ống và bể chứa kép (kết chứa). - Giảm 1,5 % hàm lượng lưu huỳnh. - Dễ dàng lắp đặt	- Thêm không gian để chứa dầu diesel - Phải đào tạo bổ xung tay nghề vận hành - Kiểm tra thường xuyên và an toàn.
Hệ thống làm sạch khí thải (EGCS)	- Làm giảm phát thải khí SO_x lên tới 98 % - Khí thải sạch hơn so với nhiên liệu được chưng cất (nhiên liệu cũ) - Kinh nghiệm vận hành đơn giản - Thay thế bộ giảm thanh bằng các loại máy hiện đại	- Yêu cầu khối lượng không gian lớn. - Sản xuất ra bùn có tính axit - Xảy ra các vấn đề về ăn mòn - chi phí lắp đặt cao.

c. Bước 3: Đánh giá các lựa chọn thay thế

Theo tiêu chí lựa chọn kiểm soát khí thải, việc ra quyết định của chủ tàu được hình thành bởi phương trình ma trận 1

$$\begin{array}{rcccl}
 & & C_1 \dots C_j \dots C_n & & \\
 A_1 & & X_{11} \dots X_{1j} \dots X_{1n} & & \\
 \vdots & & \vdots & & \vdots \\
 D = A_i & & X_{i1} \dots X_{ij} \dots X_{in} & & (1) \\
 \vdots & & \vdots & & \vdots \\
 A_m & & X_{m-1} \dots X_{mj} \dots X_{mn} & &
 \end{array}$$

Trong đó: m: thay thế kiểm soát A_i (từ 1 ÷ m)

n: tiêu chí lựa chọn C_j (từ 1 ÷ n)

x: giá trị đánh giá chỉ được lấy từ dữ liệu

j : là một mục tiêu khách quan hoặc chủ quan.

Ví dụ: C là độ khó vận hành trong kiểm soát SO_x cụ thể. Vì vậy phải đưa ra hiệu suất tương đối (AHP) khi đánh giá phương pháp kiểm soát khí thải để giải quyết vấn đề

d. Bước 4 : Chuẩn hóa các giá trị trong ma trận TÓPSIS. Ma trận được lựa chọn 1 được chuẩn hóa để các phân tử không có đơn vị, nhằm mục đích cho phép so sánh dễ dàng hơn giữa các tiêu chí.

Một phép biến đổi véc tơ được sử dụng để chuẩn hóa các giá trị đánh giá:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (2)$$

Với $i = 1, 2, \dots, m$ và $j = 1, 2, \dots, n$, trong đó r_{ij} là một giá trị chuẩn hóa của X_{ij}

Trọng số của mỗi tiêu chí được ước tính của chuyên gia sao cho phản ánh được yêu cầu của chủ tàu.

Mặt khác sự lựa chọn có thể thay đổi do yêu cầu môi trường hoạt động của tàu.

Khi các trọng số của tiêu chí được xác định thì ta sẽ được ma trận được chuẩn hóa theo trọng số với các giá trị chuẩn.

$$v_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_j} r_{ij} \quad \text{với } j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Trong đó : w_j là điểm số tiện ích trung bình do các chuyên gia chọn cho trọng số của C_j

e. Bước 5 Xây dựng các giải pháp lý tưởng tích cực và lý tưởng tiêu cực

Giải pháp lý tưởng tích cực (IS^P). Là véc tơ liên quan đến điểm số chuẩn hóa tốt nhất cho từng tiêu chí.

Giải pháp lý tưởng tiêu cực (IS^N) là véc tơ liên quan đến điểm bình thường hóa tồi tệ nhất cho mỗi tiêu chí

$$IS^P = [v_1^+, \dots, v_j^+, \dots, v_n^+]$$

$$IS^N = [v_1^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-] \quad (4)$$

Với $v_j^+ = \arg \max_i v_{ij}$

$$v_j^- = \arg \min_i v_{ij},$$

Khi C_j là một tiêu chí lợi ích

Với $v_j^+ = \arg \min_i v_{ij}$, khi C_j là một tiêu chí chi phí

$$v_j^- = \arg \max_i v_{ij}$$

f. Bước 6 : Khoảng cách từ các lựa chọn giải pháp thay thế cho các giải pháp lý tưởng tích cực và tiêu cực. Sự khác biệt giữa các giá trị v_{ij} và v_j^+ , v_j^- có thể đo bằng các biện pháp phân tách s_i^+ và s_i^- đối với phương pháp kiểm soát khí thải nhất định.

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad \text{Với } i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad \text{Với } i = 1, 2, \dots, m$$

Giá trị của s_i^+ thấp hơn và giá trị của s_i^- cao hơn là chỉ ra phương án thứ i gần với giải pháp IS^P và xa hơn với giải pháp IS^N .

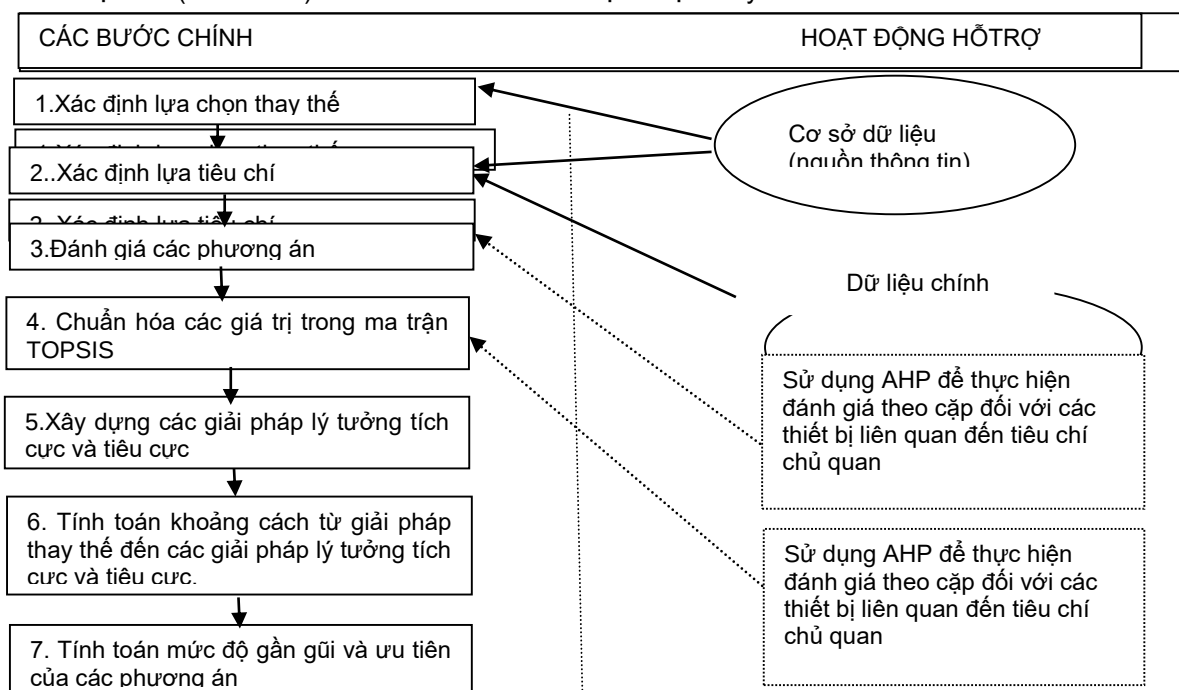
g. Bước 7: Tính toán sự tương đồng với giải pháp lý tưởng tích cực (IS^P)

Để đánh giá xếp hạng các kỹ thuật kiểm soát khí thải, chỉ số về độ kín tương đối dựa trên các biện pháp tách được khám phá phát triển

$$CI_i = \frac{s_i^-}{s_i^+ + s_i^-} \quad (6)$$

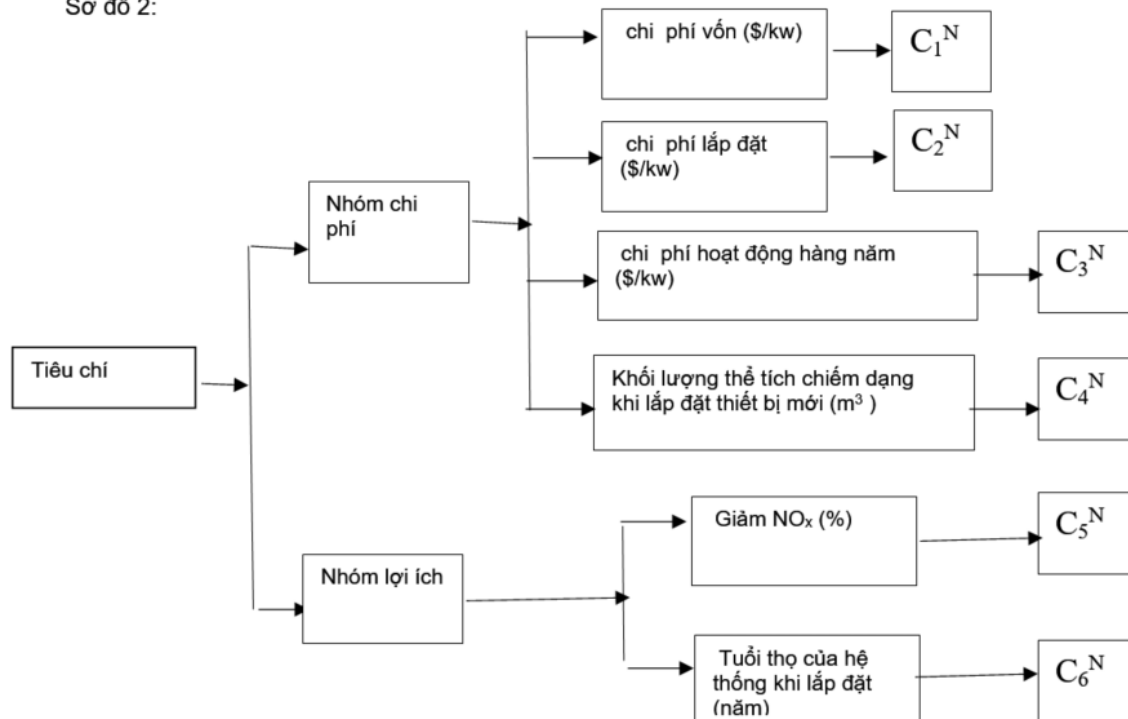
Các kỹ thuật điều khiển có thể được xếp loại theo thứ tự tăng dần của chỉ số CI_i là chỉ số đo độ gần tương đối dựa trên các chỉ số lựa chọn cụ thể IS^P hay IS^N .

C_i nằm trong phạm vi tự [0,1], trong đó số “0” sẽ chỉ ra rằng lựa chọn thay thế tương ứng là tồi tệ nhất (kém nhất) : IS^N và số “1” là chỉ ra lựa chọn thay thế tốt nhất IS^P ta có các sơ đồ



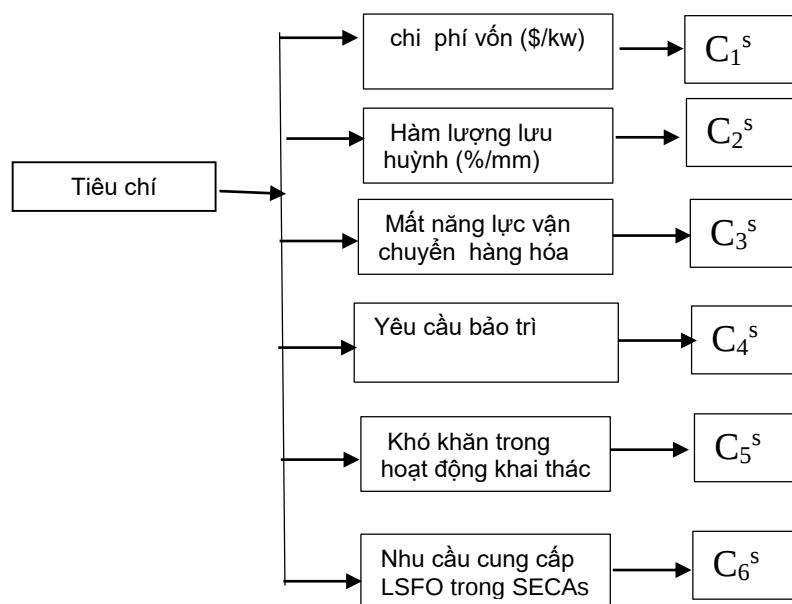
Sơ đồ 1: Cấu trúc của phương pháp

Sơ đồ 2:



Sơ đồ 2: Các tiêu chí được sử dụng để đánh giá các phương pháp kiểm soát NO_x

Sơ đồ 3



Sơ đồ 3 : Các tiêu chí được sử dụng để đánh giá các phương pháp kiểm soát SO_x

4. Nghiên cứu các trường hợp

- Để chứng minh phương pháp chọn phương pháp kiểm soát khí thải của tàu biển thì các thông tin dữ liệu để đánh giá các tiêu chí bằng trọng số từ đó đánh giá hiệu suất của từng phương án của tiêu chí.
- Tiêu chí được lựa chọn đầu tiên và sau đó được cân nhắc lựa chọn .
- Các dữ liệu thông tin được thu thập từ các nghiên cứu trước đó và phỏng vấn các chủ tàu là những người được đưa ra quyết định khi áp dụng các công nghệ kiểm soát khí thải NO_x, SO_x trong khi đặt hàng con tàu mới hoặc sửa chữa và hoán cải hệ thống trên tàu cũ.

1. Phân tích các kỹ thuật kiểm soát NO_x

Xác định các lựa chọn và tiêu chí liên quan đến các kỹ thuật kiểm soát NO_x, ma trận TOPSIS được phát triển bằng phương trình 1. Ta có bảng 3 trong đó các dữ liệu từ các nguồn thu thập được một cách khách quan được trích dẫn trong bảng 1 phần 3

	C ₁ ^N	C ₂ ^N	C ₃ ^N	C ₄ ^N	C ₅ ^N	C ₆ ^N
A ₁ ^N	13	410	9800	0	25	25
A ₂ ^N	35	10,000	16,100	1,2	70	15
A ₃ ^N	28	100,000	27,000	6	50	15
A ₄ ^N	30	27,000	68,000	1,7	50	25
A ₅ ^N	98	86,000	1500	8	70	15
A ₆ ^N	100	304,500	153,000	30	95	15

Từ sử dụng phương trình 2, ma trận có thể được chuẩn hóa như bảng 4 sau:

	C ₁ ^N	C ₂ ^N	C ₃ ^N	C ₄ ^N	C ₅ ^N	C ₆ ^N
A ₁ ^N	0,089	0,001	0,057	0	0,160	0,539
A ₂ ^N	0,024	0,030	0,094	0,038	0,448	0,323
A ₃ ^N	0,191	0,300	0,158	0,189	0,320	0,323
A ₄ ^N	0,205	0,081	0,398	0,054	0,320	0,539
A ₅ ^N	0,669	0,258	0,009	0,252	0,448	0,323
A ₆ ^N	0,682	0,914	0,897	0,947	0,608	0,323

Các trọng số lựa chọn của sáu tiêu chí được xác định bởi các chuyên gia nghiên cứu như W_j

(j = 1,2,...,6) = { 0.205, 0.159, 0.182, 0.114, 0.136, 0.204}

Mỗi chuyên gia được giao một vai trò quan trọng như nhau trong việc ước tính trọng số của 6 tiêu chí.

Các trọng số lựa chọn được dựa trên sở thích của các bên liên quan như chủ tàu, môi trường hoạt động, kỹ thuật.... Ma trận chuẩn hóa số có các trọng số là bảng 5 như sau:

	C_1^N	C_2^N	C_3^N	C_4^N	C_5^N	C_6^N
A_1^N	0,018	0	0,010	0	0,022	0,110
A_2^N	0,005	0,008	0,017	0,004	0,061	0,066
A_3^N	0,039	0,048	0,029	0,022	0,044	0,066
A_4^N	0,042	0,013	0,072	0,006	0,044	0,110
A_5^N	0,137	0,041	0,002	0,029	0,061	0,066
A_6^N	0,140	0,145	0,163	0,108	0,083	0,066

Khi ta sử dụng các phương trình 4 – 6 chỉ số độ gần tương đối cho các lựa chọn thay thế thì được tính toán thể hiện bảng dưới (bảng 6). Khi có các giá trị CI càng lớn thì thứ hạng của nó càng cao.

- A_2^N (phun nước liên tục (bơm nước liên tục) là phương pháp kiểm soát NO_x lý tưởng trong phân tích này, sau đó đến A_1^N , tiếp theo là A_6^N .
- A_1^N (sửa đổi , hoán cải beentrong động cơ)
- A_6^N (chọn lọc khử chất xúc tác) là lựa chọn kém hiệu quả nhất.

Bảng 6:

	Giá trị CI	Cấp
A_1^N	0,010	2
A_2^N	0,017	1
A_3^N	0,029	4
A_4^N	0,072	3
A_5^N	0,002	5
A_6^N	0,163	6

Vậy lựa chọn phương pháp kiểm soát NO_x một phần dựa trên ý định của các công ty khí sử dụng tàu của họ. Khi trọng lượng của C_5^N NO_x giảm tăng ưu tiên cho SCR tăng theo sau phương pháp CWI và HAM. Mặc dù kết quả nghiên cứu từ trường hợp này đã được lựa chọn tốt nhất để kiểm soát NO_x là phương pháp CWI.

- Phương pháp CSR làm cho việc kiểm soát khí thải NO_x trở lên nghiêm ngặt hơn trong một số

Vùng hoạt động của tàu đặc biệt do yêu cầu từ các nước có vùng biển hoạt động của tàu.

- Ngoài ra, sự cải tiến gần đây của công nghệ CW trong việc giảm thiểu NO_x từ mức giảm 30% trong năm 2000 xuống 50% ÷ 70% có hiệu quả thực tế rõ ràng.

2. Phân tích các phương pháp kiểm soát SO_x

- Việc lựa chọn các phương pháp kiểm soát SO_x phải tuân theo một quy trình giống như việc kiểm soát NO_x trên các tàu, mặc dù việc sử dụng thông tin dữ liệu là khác nhau.
- Các phương pháp đánh giá phân tích kiểm soát NO_x là dựa trên dữ liệu thông tin khách quan còn các đánh giá kiểm soát SO_x là dựa trên các tiêu chí chủ quan (bảng 2)
- Để đưa ra một tiêu chí đánh giá cụ thể, thì việc đánh giá hiệu suất tương đối của bốn phương pháp kiểm soát phát thải khí SO_x được thể hiện ở bảng 7 như sau:

	A_1^S	A_2^S	A_3^S	A_4^S
A_1^S	1	0.5	0.33	0.33
A_2^S	2	1	0.65	0.7
A_3^S	3	1.54	1	1
A_4^S	3	1.43	1	1

Việc giải thích các giá trị trong ma trận 0.5, giá trị ở hàng đầu tiên và cột thứ hai chỉ ra rằng đối với độ khó khăn trong vận hành của C_5^S .

A_1^S (COM) dễ gấp đôi so với A (SID), sử dụng kỹ thuật AHP đánh giá hiệu suất tương đối x_{ij} (i =1, 2...,4;j = 5) của phương pháp kiểm soát SO_x có thể được tính bằng {0.111, 0.223, 0.333, 0.333} với

tỷ lệ thống nhất của đánh giá nhỏ hơn 0.1. Từ đó cho thấy so sánh cặp là phù hợp và kết quả là chấp nhận được. Theo cách tương tự từ ma trận TOPSIS ta lấy được x_{ij} với x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, 4$; $j = 3, 4, 5, 6$). Trong khi các đánh giá của các thay đổi liên quan đến C_1^s và C_2^s là lấy từ nguồn thông tin, dữ liệu khách quan ta có bảng 8

	C_1^s	C_2^s	C_3^s	C_4^s	C_5^s	C_6^s
A_1^s	0	1.5	0.286	0.1	0.111	0.462
A_2^s	115,000	1.5	0.286	0.2	0.223	0.154
A_3^s	75,000	1.5	0.428	0.4	0.333	0.307
A_4^s	900,000	0.135	0	0.3	0.333	0.077

Sử dụng các phương trình (2) – (6), khi các quyền lựa chọn được phân bằng nhau để gán cho 6 tiêu chí, các chỉ số gần gũi của các phương pháp kiểm soát SO_x có thể tính theo cách tính tương tự như cách phân tích kỹ thuật kiểm soát NO_x ta có kết quả như bảng 9:

	Giá trị CI	Cấp
A_1^s	0.569	2
A_2^s	0.596	1
A_3^s	0.453	4
A_4^s	0.501	3

- Vậy phương pháp kiểm soát tốt nhất là A_2^s (thiết kế kết (bể) tách riêng). Trong khi đó phương pháp kém hiệu quả nhất là A_3^s (pha trộn nhiên liệu trên tàu).

- Theo các phương pháp kiểm soát SO_x thì phương pháp COM và STD là hai lựa chọn ưu tiên tùy thuộc vào tuyến đường hành trình mà tàu đi qua.

- Khi tàu cần vào SECA_s thì SID thường được áp dụng. Trong khi COM thường được coi là cách lựa chọn tốt nhất khi tàu hành trình trên các khu vực biển bị kiểm soát ít hơn. Điều này được thể hiện rõ khi A_2 được ưu thích sử dụng khi tăng trọng số lựa chọn C_2

- EGCS không được sử dụng cạnh tranh tốt như COM và SID do chi phí vốn đầu tư cao và khó vận hành trong việc xử lý dư lượng khí thải tại các bến cảng và cửa sông (do yêu cầu của các cảng, cửa sông tuân thủ theo Marpol phụ lục VI sửa đổi phải có phương tiện tiếp nhận sản phẩm cuối cùng của EGCS khi tàu ghé vào).

- EGCS có khả năng phổ biến vì các tàu hiện đại như tàu khách, tàu đóng mới có trang bị hệ thống EGCS, vì hệ thống này có thể đáp ứng các yêu cầu quy định nghiêm ngặt về khí thải ngay cả khi đốt HSF (dầu nặng) rẻ hơn so với đốt LSF (dầu nhẹ) đắt hơn.

5. Kết luận

Qua việc so sánh và phân tích chúng ta sẽ đưa ra các phương án chọn lọc do chủ tàu, chủ đầu tư lựa chọn như sau:

- Giảm xúc tác chọn lọc và động cơ không khí ẩm là những kỹ thuật mạnh nhất để giảm phát thải khí NO_x trong đó khi bơm nước liên tục là lựa chọn tốt nhất tại thời điểm này khi tính đến vấn đề chi phí đầu tư.

- Thay đổi phương pháp và thiết kế kết (bể) tách biệt được cho là lựa chọn tốt để kiểm soát phát thải khí SO_x tùy thuộc vào khu vực hành trình mà tàu đi qua.

- Hệ thống làm sạch khí thải có thể trở nên được áp dụng phổ biến hơn khi các giới hạn yêu cầu về phát thải khí lưu huỳnh trở lên chặt chẽ trong tương lai gần.

- Mô hình được xây dựng kết hợp giữa các kỹ thuật TOPSIS và AHP nhằm điều chỉnh sự phát triển sự phát xạ của khí thải.

- AHP được sử dụng để đánh giá việc sử dụng các giải pháp thay thế liên quan dựa trên thông tin dữ liệu khách quan (chuyên gia) và chủ quan (chủ đầu tư – chủ tàu).

- Yêu cầu trong MARPOL 73/78 phụ lục VI sửa đổi về việc kiểm soát phát thải khí NO_x và SO_x tốt nhất được nêu ra, được áp dụng cụ thể trong hai nghiên cứu được trình bày trong bài viết thể hiện ở bảng 1 và 2.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Corbett, J.J., Koehler, H., 2003. Updated emissions from ocean shipping. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres* 108, D20, 1–15.
- [2]. Det Norske Veritas, 2005. Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships Technical and Operational Implications. DNV, Oslo.
- [3]. Det Norske Veritas, 2006. Operation in SOx Emission Control Areas. DNV, Oslo.
- [4]. Eyring, V., Kohler, H.W., Lauer, A., Lamper, B., 2005. Emissions from international shipping: 2. Impact of future technologies on scenarios until 2050. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*, 110, D17, 1–12.
- [5]. International Maritime Organisation, 1997. Annex VI of MARPOL 73/78: Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships and NOx Technical Code. IMO, London.
- [6]. International Maritime Organisation, 2008. IMO Environment Meeting Adopts Revised Regulations on Ship Emissions. IMO, London.
- [7]. Jonge, E., Hulgi, C., Cooper, D., 2005. Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-Based Instruments. Task 2b – NOx Abatement Final Report. Entec Limited.
- [8]. Karle, I., Turner, D., 2007. Seawater Scrubbing – Reduction of SOx Emissions from Ship Exhausts. Göteborg University Press, AGS.
- [9]. Lin, B., Lin, C.Y., 2006. Compliance with international regulations: reducing the air pollution from merchant vessels. *Marine Policy* 30, 220–225.
- [10]. Lloyd's Register, 2006. Low Sulphur Fuel Oil Change-over Calculator. LR Publishing, London.
- MAN B&W, 2004. Emissions Control MAN B&W Two-Stroke Diesel Engines. MAN B&W Diesel Press.
- Palmer, W., 2000. Cost Benefit Study of Marine Engine NOx Emissions Control Systems: A Case Study of the MV Cabot. Transport Development Centre of Transport Canada. <<http://www.tc.gc.ca/TDC/publication/p4d3f0/10/l4373e.pdf>> (accessed 11.10.08).
- [11]. Shaban, H., Elkamel, A., Gharbi, R., 1997. An optimization model for air pollution control decision making. *Environmental Modelling and Software* 12, 51–58. Solhaug, K., Eide-Fredriksen, J., 2008. Revision of MARPOL Annex VI and the Nox Technical Code. DNV, Oslo.
- [12]. Vutukuru, S., Dabdub, D., 2008. Modeling the effects of ship emissions on coastal air quality: a case study of southern California. *Atmospheric Environment* 42, 3751.
- [13]. Yang, Z.L., Bonsall, S., Wang, J., 2009. Use of hybrid multiple uncertain attribute decision making techniques in safety management. *Expert Systems with Applications* 36, 1569–1586.
- [14]. Yang, Z.L., Bonsall, S., Wang, J., 2011. Approximate TOPSIS for vessel selection under uncertain environment. *Expert System with Applications* 38, 14523– 14534.

QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ LẮP ÉP CHONG CHÓNG KHÔNG THEN **TECHNOLOGY PROCESS OF ASEMBLING THE KEYLESS PROPELLER**

Phạm Quốc Việt

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Lắp ráp chong chóng không then đòi hỏi phải có quy trình công nghệ kiểm soát chặt chẽ để đảm bảo đạt được ma sát cần thiết, nhưng không tạo ứng suất vượt quá giới hạn vật liệu củ chong chóng và không làm nứt củ Moay ơ chong chóng. Bài báo trình bày hướng dẫn kỹ thuật khi lắp ráp chong chóng không then.

Từ khóa: quy trình công nghệ, chong chóng không then,

Abstract:

The keyless propeller assembly requires a strictly controlled technology process to ensure the necessary friction is achieved, but does not create stress beyond the vane material limit and

does not crack Moayo. The article presents technical guidelines when assembling keyless propeller.

Keywords: technology process, keyless propeller.

1. Đặt vấn đề

Kỹ thuật sử dụng chong chóng không then có ưu điểm hơn so với thông thường là không làm tăng ứng suất ở đầu rãnh then, do vậy trục trở lên khỏe hơn và khả năng chống lại ứng suất mỏi lớn. Khi lắp ép chong chóng vào côn trục, ma sát bề mặt lắp ghép giữa Moayơ chong chóng và côn trục phải đủ lớn để không trượt giữa hai bề mặt khi truyền mô men lớn. Cơ sở tính toán theo Lý thuyết của Lame được thực hiện để ma sát cần thiết có được không vượt quá ứng suất vật liệu chế tạo gông chong chóng và lỗ, hoặc làm nứt củ chong chóng bởi ép nó quá sâu vào phần côn trục. Việc kiểm soát quá trình lắp ráp hiệu quả bởi sử dụng thiết bị thao tác thủy lực và các

số liệu đo lấy được về lượng chong chóng bị ép vào côn trục. Việc ép chong chóng phải được tính toán và thao tác chính xác để đảm bảo đạt được ma sát cần thiết, nhưng không tạo ứng suất vượt quá với vật liệu củ chong chóng và không làm nứt củ Moayơ chong chóng.

So với mối ghép có then thì mối ghép không then có các ưu điểm cơ bản sau:

- Giảm kích thước trục chong chóng và chi phí gia công chi tiết: Kích thước tối thiểu của trục chong chóng phần đầu to của côn chong chóng tính theo Quy phạm sẽ giảm được xấp xỉ 4%. Chi phí gia công giảm do không phải gia công then và rãnh then là những chi tiết đòi hỏi độ chính xác cao trong gia công. Ngoài ra việc giảm đường kính trục cũng dẫn tới giảm chi phí gia công.

- Có độ tin cậy cao trong thực tế khai thác: Có rất ít sự cố liên quan đến mối ghép không then được ghi nhận so với mối ghép có then, tính cả về số lượng và tỉ lệ.

Nếu xét về khía cạnh an toàn và hiệu quả kinh tế lâu dài thì ưu điểm lớn nhất của mối ghép không then là tránh được những sự cố do hiện tượng tập trung ứng suất tại rãnh then dẫn đến nứt trục làm giảm độ tin cậy trong quá trình khai thác.

Chính do những ưu điểm như vậy mà mối ghép không then ngày càng chiếm ưu thế so với các mối ghép khác. Thống kê cho thấy phần lớn chủ tàu khi đặt hàng đóng mới tàu hàng cỡ lớn đều lựa chọn sử dụng chong chóng không then, số lượng tàu hiện đang sử dụng mối ghép tăng lên nhanh chóng. Đội tàu do NK phân cấp hiện nay có tới 80% tàu hàng cỡ lớn (khoảng trên 4000 tấn) sử dụng chong chóng không then [4].

Trong thực tế hiện nay việc tính toán, thi công lắp ráp chong chóng không then thường đòi hỏi trình độ cao. Kỹ thuật này hiện nay ở Việt Nam chủ yếu mới chỉ ứng dụng trên các tàu với thiết kế và hướng dẫn kỹ thuật của nước ngoài. Chính vì thế, vấn đề nghiên cứu đề ra quy trình lắp ép với những hướng dẫn kỹ thuật cụ thể, dễ áp dụng sẽ mở ra khả năng chủ động cho các thiết kế ứng dụng kỹ thuật này trở nên phổ biến hơn.

Qua nghiên cứu, tham khảo và thực hành. Tác giả nhận thấy quy trình này hoàn toàn phù hợp với hướng dẫn của Đăng kiểm Việt Nam [2], hơn nữa quá trình thực hiện lắp ép dễ áp dụng và cho hiệu quả chính xác.

2. Phương pháp công nghệ lắp ép Chong chóng không then.

2.1. Các điều kiện tính toán theo quy phạm Đăng kiểm:

Giới hạn độ côn của trục chong chóng không vượt quá 1/15;

Hệ số ma sát của cặp lắp ghép sử dụng trong các công thức có giá trị $\mu = 0,13$ đối với vật liệu của Moayơ chong chóng là hợp kim của đồng và phương pháp lắp ép bằng thủy lực.

Hệ số chống trượt ở $35^{\circ}\text{C} = 2,8$;

Các trạng thái nhiệt độ giới hạn là 0°C và 35°C [3].

Vật liệu củ chong chóng là loại có trong bảng 3/7.3 TCVN6259-3: 2003 hoặc các vật liệu tương đương [2]

Bề mặt tiếp xúc côn chong chóng phải đạt độ bóng cao và diện tích tiếp xúc tối thiểu với côn trục phải $> 70\%$ diện tích tính toán lý thuyết nhưng không được có các vùng không tiếp xúc liên tục xung quanh chu vi hoặc kéo dài theo chiều dọc côn khi lắp ép.

Tiến hành tính toán lập bảng các giá trị *Chiều dài lắp ép nhỏ nhất L1* và *Chiều dài lắp ép lớn nhất L2* phụ thuộc vào nhiệt độ theo hướng dẫn của Đăng kiểm [2].

2.2. Xác định chiều dài lắp ép tối ưu:

Trong quá trình lắp ráp chong chóng, việc tính xác định được chính xác các giá trị độ dài lắp ép nhỏ nhất (L1) và độ dài lắp ép lớn nhất (L2) thì mối ghép được coi là thoả mãn khi độ dài lắp ép thực tế L nằm trong khoảng (L1, L2). Nhưng qua thực nghiệm, đặc biệt là qua các nghiên cứu về hiện tượng trượt của chong chóng, vừa tính đến các sai số có thể có trong các phép tính toán và đo đạc cũng như việc tháo lắp trong quá trình sửa chữa sau này, cho nên Hiệp hội đóng tàu Nhật Bản đưa ra khái niệm độ dài lắp ép tối ưu (Lt), giá trị này được tính toán và điều chỉnh trong quá trình thử nghiệm như sau:

$$L_t = L_1 + \sigma(L_2 - L_1) \text{ mm; Với } \sigma = 0,3 \pm 0,35$$

Thực tế giá trị độ dài lắp ép tối ưu này đảm bảo theo yêu cầu, đồng thời cũng nâng cao tính an toàn cho cặp lắp ghép khi ép và khi truyền mô men xoắn cũng như nhận lực đẩy [1].

3. Quy trình công nghệ lắp ép.

3.1. Cơ sở xây dựng quy trình:

Quy trình được xây dựng trên các cơ sở:

- Nghiên cứu các phương pháp tính toán lắp ép chong chóng không then hiện tại đang được ứng dụng trên thế giới và ở các công ty đóng tàu Việt nam.
- Xây dựng quy trình lắp ép sao cho dễ dàng áp dụng thực tế.
- Xây dựng các đồ thị và bảng tính các độ dài lắp ép, độ lớn của lực lắp ép cần thiết.
- Một số tình huống có thể xảy ra trong quá trình thực hiện lắp ép chong chóng, cách phân tích nguyên nhân, đánh giá và phương pháp xử lý tại hiện trường.
- Về mặt công nghệ: Trên cơ sở đi sâu tìm hiểu về quy trình công nghệ lắp ép hiện đại, giá trị chiều dài lắp ép tối ưu và tính toán lực ép cần thiết [1]. Các quy trình công nghệ lắp ép này đã được thực hiện tại các nhà máy đóng tàu hiện đại của Nhật Bản (Các Công ty trong tập đoàn đóng tàu Shin Kurushima Group - SKD) và các Công ty đóng tàu ở Việt Nam như: Công ty đóng tàu Bạch Đằng, công ty đóng tàu Hạ Long, công ty đóng tàu Nam Triệu...

3.2. Trình tự thực hiện lắp ép:

Việc lắp ép chong chóng không then vào trục chong chóng bao gồm 02 công đoạn cơ bản:

Công đoạn lắp khô: Lắp khô là quá trình lắp ép chỉ sử dụng lực ép theo hướng dọc trục.

Mục đích của công đoạn này nhằm vẽ được đường thẳng lắp khô để xác định 02 trị số cơ bản:

Xác định điểm 0 thực tế;

Xác định hệ số ma sát khi lắp khô μ_r .

Công đoạn lắp ướt: Lắp ướt là quá trình lắp ép sử dụng cả lực ép theo hướng dọc trục cùng với sự trợ giúp của áp lực dầu được đưa vào các rãnh dầu ở bề mặt trong của củ chong chóng. Với biện pháp này sẽ chuyển hệ số ma sát của cặp lắp ghép $\mu_r = 0,1 - 0,2$ sang hệ số ma sát của dầu $\mu_d = 0,02$. Mục đích của quá trình này là đẩy củ chong chóng đến độ dài lắp ép tối ưu.

Nội dung Quy trình công nghệ lắp ép chong chóng không then:

Bước 1: Chuẩn bị các dụng cụ, thiết bị chuyên dùng, cơ bản gồm:

- Pa lăng nâng hạ: Căn cứ vào trọng lượng của chong chóng để chọn tải trọng của pa lăng.
- Kích thủy lực hoặc Đai ốc chong chóng chuyên dùng.
- 02 đồng hồ so cùng bộ chân đế giá lắp.
- Bơm dầu thủy lực: Đi kèm theo chong chóng do nhà chế tạo cung cấp
- Các đường ống thủy lực: Đi kèm theo chong chóng do nhà chế tạo cung cấp.

Bước 2: Kiểm tra và vệ sinh các bề mặt lắp ghép

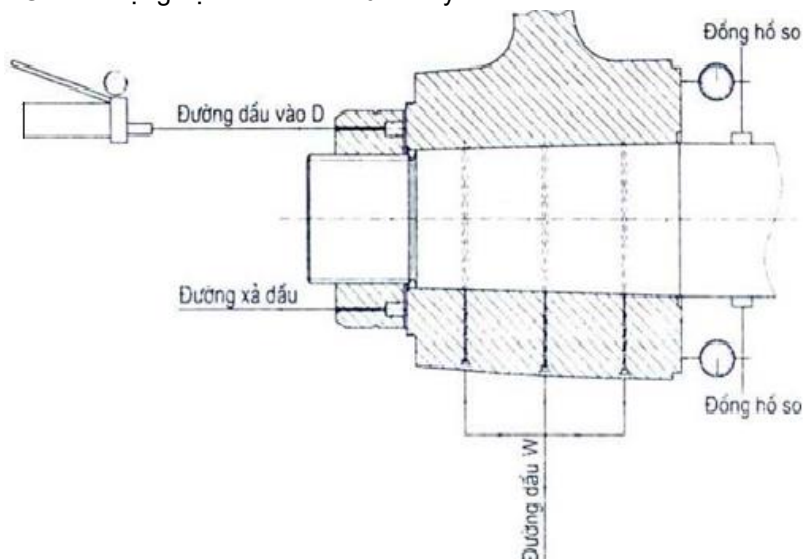
Trước khi tiến hành lắp ép, các bề mặt lắp ghép đã được rà đồng bộ trước khi xuất xưởng để thoả mãn diện tích tiếp xúc giữa côn trục và côn Moay ơ chong chóng không nhỏ hơn 70% diện tích tiếp xúc tính toán theo lý thuyết (sử dụng son màu kiểm tra). Đặc biệt là không chấp nhận có dải không tiếp xúc dọc theo đường sinh hoặc có dải không tiếp xúc vòng quanh chu vi. Việc kiểm tra

này do cán bộ Kiểm tra chất lượng và Đăng kiểm viên hiện trường tại nơi thực hiện rà đồng bộ kiểm tra và xác nhận.

Trước khi tiến hành cho lắp, kiểm tra lại xem có vết xước rỗ do quá trình vận chuyển gây ra trên cả 2 bề mặt trong của củ và bề mặt côn trục. Đặc biệt để ý khả năng lọt các dị vật vào các bề mặt trong quá trình lắp ráp. Vệ sinh sạch lớp dầu bảo quản nhằm mục đích đảm bảo hệ số ma sát thực tế gần nhất với trị số μ tính toán.

Bước 3: Gá các dụng cụ

- Gá các dụng cụ theo sơ đồ dưới đây



Hình 1. Sơ đồ gá lắp ép Chong chóng không then

- Đối với các tàu sử dụng ngay Ê-cu chong chóng làm kích thủy lực việc gá lắp sẽ đơn giản hơn. Chú ý việc gá đồng hồ so ở hai bên phải trái, chân từ tính của các đồng hồ so phải tựa trên bề mặt trục (không tựa vào bề mặt sau của củ ống bao)

- Lắp đường dầu thủy lực D.
- Xả khí cho hệ thống dầu thủy lực.

Lưu ý: - Gá các thiết bị trên hoàn thành trước khi lắp ép một thời gian sao cho nhiệt độ của củ chong chóng (C_b) và nhiệt độ trục (C_s) đồng nhất ($C_b = C_s$), điều này cũng phù hợp với trị số nhiệt độ của các công thức tính của các Qui phạm.

- Lắp đủ các chi tiết phía trước củ chong chóng như: bộ làm kín phía sau, vành đệm, gioăng kín côn v.v...

Bước 4: Tính các trị số L_1 , L_2 , L_t ,

Đo nhiệt độ C_b , C_s . Thông thường đo cả C_b , C_s ở 04 vị trí Trên- Dưới- Phải- Trái sau đó lấy giá trị trung bình. Nếu các giá trị nhiệt độ ở các vị trí khác nhau nhiều (ví dụ do chiếu sáng của mặt trời) thì lấy theo hướng an toàn chống trượt, có nghĩa là lấy giá trị nhiệt độ nhỏ nhất của củ chong chóng và giá trị nhiệt độ lớn nhất của trục chong chóng. Việc gá lắp trước một thời gian dài làm cho trị số $C_b = C_s$ nên tương đương với giá trị của nhiệt độ trong công thức tính của IACS [3].

Thay các giá trị nhiệt độ để tìm các độ dài lắp ép L_1 , L_2 , L_t tương ứng [1], lập bảng.

Bước 5: Ép khô (Dry fitting)

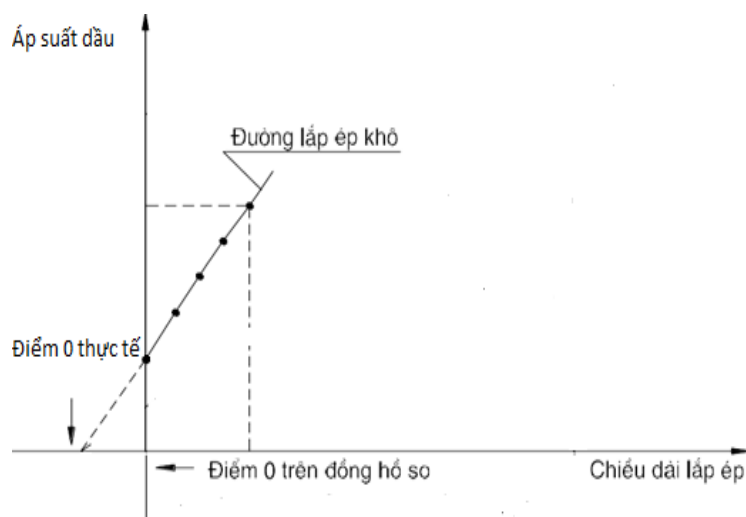
Nâng áp suất dầu D lên một trị số nhất định. Độ lớn của áp suất dầu D phụ thuộc vào tải trọng ép dự tính tức là phụ thuộc vào độ lớn của bề mặt tiếp xúc. Với các chong chóng bé ($D < 4m$) lực ép vào khoảng 20T, với các chong chóng lớn ($D > 6m$) khoảng 50T.

Chỉnh giá trị các đồng hồ so về 0. Khi áp suất dầu D đã ổn định, chỉnh kim 02 đồng hồ so về vị trí 0; Đánh dấu điểm 0 vào đồ thị lắp ép.

Tăng áp suất dầu D lên đều đặn từng bậc khoảng 20T-50T và đọc các giá trị thay đổi tương ứng ở các đồng hồ so, cách chọn bước nhảy cũng tương tự.

Các kết quả được ghi tương ứng với các điểm trên đồ thị. Mục đích của công đoạn này là xây dựng được đường thẳng lắp ép khô nên chỉ cần khoảng 04 điểm là đủ.

Nối các điểm vừa tìm được để vẽ đồ thị ép khô (Hình.2) và kéo dài cắt trục hoành để xác định điểm 0 thực tế.



Hình 2. Dịch chuyển của củ chong chóng trong quá trình ép khô

Xác định độ dài lắp ép trong quá trình ép khô: Độ dài này bằng tổng của độ dịch chuyển của đồng hồ so cộng với khoảng cách từ điểm 0 thực tế đến điểm 0 lý thuyết trên đồng hồ so.

Tính hệ số K (ton/mm) bằng tỉ số giữa lực ép khô (tons) và độ dài lắp ép trong quá trình ép khô (mm). Lực ép tính bằng áp lực dầu nhân với diện tích kích thủy lực (chú ý qui đổi đơn vị ra tons).

Xác định hệ số ma sát khô μ_r :

Khi đã có hệ số K, đưa vào bản tính toán hệ số ma sát khô để xác định μ_r . Nếu μ_r có giá trị từ 0,1- 0,2 nghĩa là việc lắp ép bình thường.

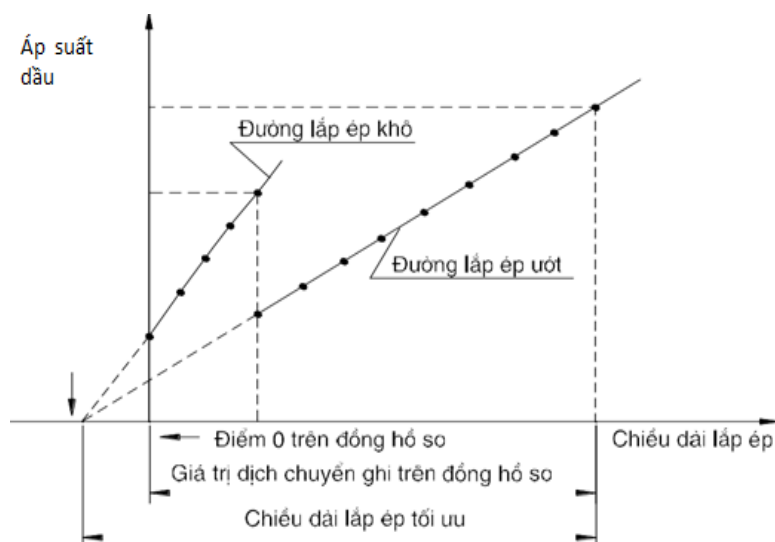
Trường hợp μ_r không nằm trong khoảng (0,1- 0,2) phải xem xét lại thận trọng. Có hai khả năng có thể xảy ra:

- Nếu $\mu_r < 0,1$: Việc vệ sinh bề mặt chưa sạch, còn sót dầu bảo quản trên các bề mặt lắp ghép.
- $\mu_r > 0,2$: Có hiện tượng kẹt giữa các bề mặt lắp ghép.

Khuyến cáo: Có thể phải tháo chong chóng ra để kiểm tra lại bề mặt cặp lắp ghép và lắp lại. Muốn tháo chong chóng ra ở công đoạn này thì tháo đường dầu D đồng thời nối Ê-cu chong chóng và tăng dần áp lực đường dầu W cho đến khi chong chóng lỏng ra.

Bước 6: Ép ướt (Wet fitting)

- Giảm áp suất dầu D về 0; Lắp đường dầu W; Tăng áp suất dầu D và W lên đều đặn từng bậc khoảng 20T- 50T và đọc các giá trị thay đổi tương ứng ở các đồng hồ so; Khi đạt độ dài lắp ép tối ưu L_t thì dừng lại. Khoá đường dầu D.
- Giảm áp lực dầu W đến 0 và mở đường xả hết dầu W; Đợi trong thời gian 5- 10 phút.
- Giảm áp lực dầu D tới 0 và theo dõi xem chong chóng có bị trôi ra không.



Hình 3. Dịch chuyển của củ chong chóng trong quá trình ép

Bước 7: Tháo Ê-cu chong chóng, tháo kích thủy lực, lắp lại Ê-cu chong chóng (đối với các tàu sử dụng đai ốc chong chóng chuyên dùng làm kích thì không có bước này); Xiết chặt Ê-cu chong chóng bằng cờ lê lực.

Bước 8: Làm tiếp các công việc còn lại: Tháo các dụng cụ; Lắp tiếp các thiết bị của hệ trục như bộ làm kín 2 đầu của củ chong chóng, các nút bịt kín đường dầu trên củ chong chóng; Bơm chất điền đầy (mỡ) vào đầu mũ bảo vệ chong chóng.

Các bước thử và kiểm tra sau khi lắp hoàn thiện:

Sau khi kết thúc quá trình lắp ép, tiến hành các bước thử tiếp theo để kết thúc quá trình lắp ép chong chóng: Đo khe hở lắp ráp; Thử kín dầu; Thử kín côn;..

- Đo khe hở lắp ráp: Sau khi đã lắp xong chong chóng vào trục chong chóng, một bước kiểm tra cần phải thực hiện trước khi hạ thủy là đo khe hở giữa trục và bạc gối đỡ trục. Về nguyên tắc, trước khi lắp trục chong chóng thì đường kính trục và đường kính trong của bạc đã được kiểm tra, do vậy khe hở bạc trục chong chóng đã được xác định. Mục đích của phép đo này là đo lấy một số liệu chuẩn để so sánh với các giá trị đo trong các lần kiểm tra trục chong chóng sau này. Sự thay đổi giá trị như vậy cho ta biết độ mòn của cặp lắp ghép trục chong chóng- bạc trục.

Như vậy giá trị này phải được thực hiện tại một vị trí nhất định để sau này trong các lần kiểm tra tiếp theo cũng sẽ đo tại vị trí ấy, giá trị đo được sẽ mang ra so sánh với giá trị của lần trước.

Để xác định vị trí trục chong chóng khi đo, thường dùng một vị trí của cánh chong chóng đang ở trên.

Sử dụng dụng cụ chuyên dùng để đo (đi kèm trục chong chóng do nhà chế tạo cung cấp). Đưa dụng cụ đo qua lỗ đo trên bộ làm kín và đo cả trên và dưới.

Vị trí đo và số liệu đo được phải ghi và biên bản.

- Kiểm tra độ kín dầu: Đưa dầu vào kết trọng lực và điền đầy vào trong ống bao trục chong chóng, tiến hành quay trục chong chóng (nếu có thể), sau đó quan sát tại vị trí các bộ làm kín phía trước và phía sau sao cho không có dầu rò rỉ ra là được.

- Kiểm tra và thử kín côn chong chóng: Sau khi chong chóng được lắp hoàn chỉnh, đưa khí nén vào củ chong chóng và kiểm tra độ kín khít của các gioăng làm kín và mũ bảo vệ chong chóng bằng bột xà phòng.

3. Các sai sót thường xảy ra trong quá trình thực hiện qui trình, nguyên nhân và biện pháp khắc phục.

Quá trình tính toán và thực hiện lắp ép chong chóng không then là tương đối phức tạp, đòi hỏi sự chính xác, cẩn thận, thường xuyên giám sát chặt chẽ trong suốt quá trình thực hiện tại hiện trường để có thể phán đoán và xử lý kịp thời các sai sót.

Mối quan hệ giữa lực ép và khoảng dịch chuyển của chong chóng là tuyến tính và trên đồ thị lực ép sẽ là đường thẳng theo lý thuyết.

Thực tế lắp ép, khi nâng lực ép với các khoảng dịch chuyển tương ứng của chong chóng các điểm tìm được sẽ tập trung quanh đường thẳng là đạt được yêu cầu. Nhưng cũng có một số trường hợp đồ thị lắp ép không còn là đường thẳng. Điều này xảy ra có thể phán đoán là do một số nguyên nhân sai sót:

- Cạo rà và kiểm tra mặt côn tiếp xúc giữa Moay ơ và côn trục chưa tốt, còn nhiều đỉnh nhô nhấp trên bề mặt tiếp xúc. Lúc này, khi tăng lực ép giai đoạn đầu chong chóng dịch chuyển nhiều và đồ thị sẽ thoải, chủ yếu chỉ để san phẳng các đỉnh nhấp nhô. Sau đó đồ thị sẽ gãy khúc và độ dốc tăng lên, lúc này chong chóng mới ép vào mặt côn trục và quá trình lắp ép mới diễn ra.

Lúc này, điểm 0 trên đồ thị là giao điểm giữa đường lắp ép thực sự. Việc Xác định chiều dài ép phải từ điểm 0 này.

- Bề mặt lắp ghép có thể bị kẹt do gia công mặt côn có bậc hoặc có vật lạ trong bề mặt lắp ghép. Lúc này khi tăng lực ép, đồ thị lắp ép sẽ tăng độ dốc đột ngột thậm trí dừng đứng.

Trong trường hợp này, nếu chiều dài ép nhỏ hơn chiều dài ép tối thiểu ($L < L_1$) thì phải tháo ra để sửa chữa, khắc phục.

- Bề mặt lắp ghép có thể bị biến dạng do áp lực vượt quá giới hạn chảy của vật liệu Moay ơ. Lúc này khi tăng lực ép, đồ thị lắp ép sẽ thoải đột ngột.

Trong trường hợp này, nếu chiều dài ép nhỏ hơn chiều dài ép tối thiểu ($L < L_1$) thì phải tháo ra để sửa chữa, khắc phục. Xem xét vật liệu, chế tạo, cần thiết phải tính lại bằng tính lắp ép.

- Trong quá trình lắp ép còn một số trường hợp đồ thị lắp ép thay đổi thành đường gấp khúc liên tục. Khi đó phải xem xét tổng thể cả quá trình gá lắp ép, dụng cụ đo, kích thủy lực... tìm ra nguyên nhân chính xác, khắc phục thì mới lại tiến hành ép.

4. Kết luận

Quy trình hướng dẫn cụ thể giúp cho các cán bộ kỹ thuật, kỹ sư đóng mới và sửa chữa tàu tiến dần tới thống nhất hoàn toàn các công đoạn chuẩn bị, tính toán, trình tự tiến hành, hạn chế tối đa những sai sót. Khi có các sai sót cũng dễ tìm ra nguyên nhân và phương pháp xử lý kịp thời.

Quy trình công nghệ thi công trong quá trình lắp ráp cũng đồng thời là cơ sở tham khảo cho những lựa chọn vật liệu, các thông số kích thước trong quá trình thiết kế động lực Tàu thủy.

Quy trình này có thể làm tài liệu trong giảng dạy, chuyển giao công nghệ cho các cán bộ kỹ thuật chuyên ngành thiết kế và công nghệ Máy tàu thủy. Vì thế, mở ra khả năng ứng dụng rộng rãi mỗi ghép không then, tiếp cận nhanh chóng các tiến bộ về khoa học kỹ thuật trong đóng mới và sửa chữa Tàu thủy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Class NK, Nippon Kaiji Kyokai, Guidelines on the method of calculating the length of pressing when assembling the keyless propeller.
- [2] Đăng kiểm Việt Nam, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép, 2015.
- [3] Shipbuilding and Repair quality standard (IACS-1999).
- [4] Class NK Technical Bulletin (Vol.18-2001).

TÍNH ĐIỀU KHIỂN ĐƯỢC VÀ QUAN SÁT ĐƯỢC CỦA DAO ĐỘNG HỆ TRỤC TÀU THỦY

THE CONTROLLABILITY AND OBSERVABILITY FOR VIBRATION OF SHIP'S SHAFTING SYSTEM

Bùi Thị Hằng

Khoa Máy Tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Trong bài báo này xét tính điều khiển được và quan sát được của dao động tuyến tính của hệ trục tàu thủy. Kết quả phân tích khẳng định về các tính chất lý thuyết của tính điều khiển được và quan sát được trong dao động tuyến tính của hệ trục tàu thủy.

Từ khóa: Tính điều khiển được và quan sát được, Hệ động lực tàu thủy,

Abstract:

In this article the Controllability and Observability of linear vibration of ship's shafting system are considered. The results give the control theory affirm about these properties for linear vibration of ship's shafting system

Key words: Controllability and Observability, Marine Diesel Propulsion System

1. Đặt vấn đề

Tính điều khiển được (Controllability) và tính quan sát được (Observability) là tiêu chuẩn quan trọng để đánh giá chất lượng điều khiển [3].

Trong tính toán thiết kế tàu, các dao động của hệ trục tàu thủy luôn là vấn đề được quan tâm hàng đầu. Để xem xét về chất lượng điều khiển động lực học cũng như tiến tới việc tự động hóa trong tính toán thiết kế tàu thì cần xem xét đến tính điều khiển được và quan sát được của dao động hệ trục. Ta sẽ xét cho dao động tuyến tính là mô hình phổ biến nhất đối với bài toán dao động hệ trục tàu thủy.

2. Nội dung

2.1. Cơ sở về tính điều khiển được và quan sát được

Dựa trên các phương trình trạng thái...

$$\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t); \\ Y(t) = CX(t) \end{cases}; \quad X(0) = X_0 \quad [1.1]$$

Xây dựng ma trận điều khiển

$$Q_c = [B, AB, A^2B, \dots, A^{n-1}B] \quad [1.2]$$

Điều kiện cần và đủ để hệ điều khiển được hoàn toàn là $\text{rank}(Q_c) = n$ (Tiêu chuẩn Kalman 1 [2])

Một hệ thống được gọi là quan sát được nếu từ các véc tơ Y đã có ta có thể xác định được các biến trạng thái của hệ thống $Y(t) = CX(t)$

Xây dựng ma trận quan sát:

$$Q_o = [C^T, A^T C^T, (A^T)^2 C^T, \dots, (A^T)^{n-1} C^T] \quad [1.3]$$

Đk cần và đủ để hệ quan sát được hoàn toàn là $\text{rank}(Q_0) = n$ (Tiêu chuẩn Kalman 2 [2])

Ngoài ra khi xét tính điều khiển được và quan sát được còn có các tiêu chuẩn Hautus xét đối với giá trị riêng [2]

2.2. Tính toán xác định cho dao động hệ trục tàu thủy

2.2.1. Lập mô hình điều khiển của dao động hệ trục tàu thủy.

Ta đi biến đổi mô hình cơ toán học về mô hình không gian trạng thái cho hệ trục:

Xét dao động tuyến tính của hệ trục tàu thủy. Trường hợp tổng quát rời rạc hóa hệ trục ta đi tới hệ n khối lượng và $n-1$ đoạn trục nối có tính chất cản và độ đàn hồi.

Gọi:

$$\text{Chuyển vị của } n \text{ khối lượng là } q(t) = [q_1(t) \dots q_n(t)]^T \quad [1.4]$$

Ma trận quán tính của n khối lượng là:

$$M = \begin{pmatrix} m_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & m_n \end{pmatrix} \quad [1.5]$$

Khi đó theo các định luật động lực học ta đi đến các phương trình dao động hệ trục dạng ma trận có dạng tổng quát với các yếu tố tuyến tính.

$$M\ddot{q} + D\dot{q} + Kq = f(t) \quad [1.6]$$

Trong đó:

Các ma trận $\dot{q}(t)$ và $\ddot{q}(t)$ là ma trận tốc độ và ma trận gia tốc của q

D : là ma trận cản

K : là ma trận đàn hồi (độ cứng)

$f(t)$: là véc tơ lực cưỡng bức; $f(t) = [f_1(t) \dots f_n(t)]^T$

$$\text{Đặt: } X(t) = [q_1(t) \dots q_n(t), \dot{q}_1(t) \dots \dot{q}_n(t)]^T \quad [1.7]$$

$$U(t) = f(t) \quad [1.8]$$

Đại lượng đo dao động là các dịch chuyển tuyệt đối $q_i(t)$ với $(i = 1 \dots n)$

$$\text{Khi đó ta có: } Y(t) = C.X(t) \quad [1.9]$$

$$C = [E : 0]_{n \times 2n}, \quad [1.10]$$

Với: E là ma trận đơn vị, 0 là ma trận 0

Từ đó ta có sẽ có

Phương trình trạng thái của hệ điều khiển ứng với dao động hệ trục là:

$$\dot{X} = AX(t) + BU(t); X(0) = X_0 \quad [1.11]$$

Phương trình đo:

$$Y(t) = CX(t) \quad [1.12]$$

Trong đó : Biến đổi từ [1.6]:

$$\ddot{q} = -M^{-1}D\dot{q} - M^{-1}Kq + M^{-1}f \quad [1.13a]$$

$$\ddot{q} = Qq + H\dot{q} + Nf \quad [1.13b]$$

$$\text{Với } Q = -M^{-1}K \quad [1.13c]$$

$$H = -M^{-1}D \quad [1.13d]$$

$$N = M^{-1} \quad [1.13e]$$

$$\text{Ta có: } A = \begin{bmatrix} 0 & E \\ Q & H \end{bmatrix}_{2n \times 2n} \quad [1.14]$$

Khi xét không cản $H = 0$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & E \\ Q & 0 \end{bmatrix}_{2n \times 2n}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ N \end{bmatrix}_{2n \times n} \quad [1.15]$$

2.2.2. Xét tính điều khiển được và quan sát được của dao động hệ trục tàu thủy

Ta có hệ điều khiển :

$$\dot{X} = Ax(t) + BU(t); X(0) = X_0$$

$$Y(t) = CX(t)$$

Với các ma trận A, B, C xác định ở trên.

Ta sẽ dùng các tiêu chuẩn Kalman 1 và Kalman 2 để xét tính điều khiển và quan sát được khi xét hạng của các ma trận sau:

$$Q_c = \begin{bmatrix} B & AB & \dots & A^{2n-1}B \end{bmatrix}$$

$$Q_0 = \begin{bmatrix} C^T & A^T C^T & \dots & (A^T)^{2n-1} C^T \end{bmatrix}$$

Lập Qc:

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ N \end{bmatrix}$$

$$A^1 B = \begin{bmatrix} 0 & E \\ Q & H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N \\ HN \end{bmatrix}$$

$$A^2 B = \begin{bmatrix} 0 & E \\ Q & H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N \\ HN \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} HN \\ QN + H^2 N \end{bmatrix}$$

$$A^3 B = \begin{bmatrix} QN + H^2 N \\ QHN + H(QN + H^2 N) \end{bmatrix}$$

$$Q_c = \begin{bmatrix} 0 & H & \vdots & \dots \\ N & HN & & \end{bmatrix}$$

Ta có định thức con $\det \begin{bmatrix} 0 & N \\ N & HN \end{bmatrix} = (-1)^n (\det N)^2 = (-1)^n [m_1 m_2 \dots m_n]^{-2} \neq 0$

Vậy hạng của $Q_c = 2n$, do đó hệ là điều khiển được hoàn toàn.

Lập Q_0 :

$$C^T = \begin{bmatrix} E \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$A^T C^T = \begin{bmatrix} 0 & Q \\ E & H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ E^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ E \end{bmatrix}$$

$$(A^T)^2 C^T = \begin{bmatrix} E \\ H \end{bmatrix}$$

Từ đó: $Q_0 = \begin{bmatrix} E & 0 & E & \vdots & \dots \\ 0 & E & H & & \end{bmatrix}_{2n \times n^2}$

Ta có định thức con: $\det \begin{bmatrix} E & 0 \\ 0 & E \end{bmatrix} = (-1)^n (\det E)^2 = (-1)^n \neq 0$.

Vậy hạng của $Q_0 = 2n$, do đó hệ là quan sát được hoàn toàn.

3. Kết luận

Với các kết quả nghiên cứu tính toán trên ta đi đến kết luận sau:

- Ta có thể xét tính điều khiển được và quan sát được cho dao động của hệ trục tàu thủy theo phương pháp trực tiếp là dựa vào các tiêu chuẩn Kalman.
- Hệ dao động tuyến tính của hệ trục tàu thủy là các hệ động lực tuyến tính điều khiển được và quan sát được hoàn toàn.
- Từ đó cho phép khẳng định một cơ sở khoa học lý thuyết có tính chất tổng quát của lý thuyết điều khiển đối với dao động hệ trục tàu thủy.

- Đây là cơ sở để mở rộng xét tính điều khiển được và quan sát được đối với dao động hệ trục tàu thủy khi có các yếu tố phi tuyến phát sinh (như tự chấn, ngẫu nhiên).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm công Ngô. *Lý thuyết điều khiển tự động*. NXB Khoa học và kỹ thuật, 1996.
- [2]. Nguyễn văn Khang. *Dao động kỹ thuật*. NXB Khoa học và kỹ thuật, 2005.
- [3] Bộ môn Tự động hóa, khoa Điện, Trường ĐH Bách Khoa. *Bài giảng môn Lý thuyết điều khiển tự động*
- [4]. Miiller P.C.Schiehlen. *Dao động tuyến tính*, NXB Xây dựng, 1979.
- [5]. Kalman R. E., "On the General Theory of Control Systems", Proc. 1st Int.
- [6]. Kalman R. E., "Mathematical Description of Linear Dynamical Systems", SIAM J. Contr. 1963
- [7]. SS.Rao. *Mechanical Vibrations*. Addison, Wesley Publishing Com. USA. 1999
- [8]. R.E.D.Bishop, G.M.L.Gladwell, S.Michaelson. "The matrix analysis of Vibration", Cambridge University Press 1965

TOÀN CẢNH CỦA VIỆC CHUẨN BỊ CHO VIỆC ÁP DỤNG NHIÊN LIỆU CÓ HÀM LƯỢNG LƯU HUỖNH THẤP CỦA NGÀNH HÀNG HẢI THẾ GIỚI

OVERVIEW OF THE GLOBAL MARITIME INDUSTRY'S PREPARATION OF LOW SULFUR FUELS

Hoàng Văn Mười

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: hoangvanmuoi@vimar.edu.vn

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu toàn cảnh của việc chuẩn bị để sử dụng nhiên liệu có hàm lượng 0.5% m/m lưu huỳnh của đội tàu vận tải thế giới. Đây là sự chuẩn bị của tàu và tất cả các bên liên quan trong ngành nhằm thực hiện phụ lục VI của MARPOL được áp dụng vào ngày 1 tháng 1 năm 2020.

Từ khóa: *Vùng kiểm soát khí thải, hệ thống làm sạch khí thải, nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao, nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp, nhiên liệu tuân thủ, Ủy ban bảo vệ môi trường biển.*

Abstract:

The article presents the overview of the preparation for the use of fuel with a 0.5 % m/m sulfur content of the world's transport fleet. This is the preparation of the vessel and all industry stakeholders for the implementation of Annex VI of MARPOL to be applied on 1 January 2020.

Keywords: *Emission control area, exhaust gas cleaning system, high sulfur fuel oil (HSFO), low sulfur fuel oil (LSFO), compliant fuel oil, Marine environment protection committee.*

3. Đặt vấn đề

Ngày có hiệu lực của qui định kiểm soát khí thải SO_x từ tàu thủy đang đến gần, điều này bắt buộc các chủ tàu phải đưa ra lựa chọn là sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp hoặc lắp đặt hệ thống làm sạch khí thải cho tàu nhằm đạt được mức giảm SO_x tương đương. Tuy nhiên ở thời điểm hiện tại chỉ có khoảng 15% số tàu đã lắp đặt hệ thống làm sạch khí thải, số tàu còn lại sẽ phải sử dụng dầu có hàm lượng lưu huỳnh không vượt quá 0.5% m/m [1]. Sự thay đổi hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu đã tác động đến các hoạt động quản lý và khai thác tàu. Sự thay đổi hàm

lượng lưu huỳnh rất quan trọng và ảnh hưởng lớn tới các ngành liên quan như dầu khí, cung cấp dầu, mạng lưới phân phối, hóa chất. Các cơ quan liên quan như IMO, Đăng kiểm, Chính quyền cảng và các hãng chế tạo động cơ...

2. Sự chuẩn bị của tàu và các bên liên quan trong ngành hàng hải

2.1. Sự chuẩn bị của thuyền viên trên tàu

Tất cả thuyền viên phải nhận thức rõ rằng tàu sẽ bị cấm đốt bất kỳ loại nhiên liệu hàng hải nào có hàm lượng lưu huỳnh trên 0.5% m/m vào năm 2020. Ràng hàm lượng lưu huỳnh của nhiên liệu sử dụng trên tàu được giao dịch trên toàn cầu không được vượt quá 0.5% m/m. Đây là mức giảm so với giới hạn toàn cầu hiện tại là 3.5% m/m áp dụng bên ngoài các khu vực kiểm soát khí thải được chỉ định. Tuy nhiên giới hạn lưu huỳnh 0.1% m/m vẫn tiếp tục được áp dụng trong các vùng kiểm soát khí thải (Baltic, Biển bắc, Hoa kỳ, EU ...) [2].

Mỗi quan tâm đối với những tàu không lắp đặt hệ thống làm sạch khí thải là loại nhiên liệu phù hợp mà tàu sẽ sử dụng và những dầu cần giữ trên tàu. Vào thời điểm hiện tại, công việc cấp bách là làm sạch hệ thống nhiên liệu trên tàu mà đặc biệt là các kết chứa dầu nhằm tránh rủi ro khi vận hành và rủi ro không tuân thủ giới hạn lưu huỳnh 0.5% m/m do lượng dầu HSFO còn dư bởi bơm hút không hết và dầu bám trên thành kết sẽ hòa tan. Cách tốt nhất là mở nắp kết để vệ sinh tuy nhiên không phải tàu nào cũng có thể thực hiện do tàu còn đang hoạt động cho nên có thể sử dụng chất phụ gia để phân tán bùn kết hợp với luân chuyển dầu giữa các kết vài lần rồi cho sử dụng. Quá trình làm sạch kết bằng chất phụ gia được thực hiện 2 đến 3 lần kết hợp với chuyển kết thì tiến hành lần cuối bằng cách tráng kết. Chuẩn bị cho việc tráng kết cần tính toán lượng dầu tuân thủ 0.5% lưu huỳnh và lượng chất phụ gia phù hợp với lượng dầu còn lại trong kết. Hỗn hợp này sẽ được lắc trộn khoảng 3 ngày đến 7 ngày bởi sự rung lắc của tàu và cho sử dụng hết thì có thể nhận dầu tuân thủ 0.5% lưu huỳnh vào những kết này. Chú ý, điều chỉnh trạng thái của tàu để lượng dầu còn lại trong kết do không hút được là nhỏ nhất.

Sau khi đã nhận dầu tuân thủ vào các kết đã làm sạch thì tiến hành lấy mẫu ở một vài vị trí trên hệ thống nhiên liệu (lưu trữ trên tàu và để phân tích tùy vào quyết định của chủ sở hữu tàu). Tuy tàu đã có một số kết chứa dầu tuân thủ 0.5% lưu huỳnh nhưng tàu phải tiêu thụ tất cả dầu không tuân thủ trước ngày 1 tháng 1 năm 2020. Các kết dầu còn lại khác sẽ được làm sạch tương tự (có thể tiến hành 2 kết đến 3 kết cùng một lúc) và chuyển hoàn toàn các kết HSFO thành kết LSFO trước ngày 1 tháng 1 năm 2020. Các kết lắng và kết trực nhật do đã tuần hoàn chất phụ gia từ các kết chứa nên đã sạch và không cần vệ sinh, các kết overflow và drain phải vệ sinh bằng tay. Khi trên tàu đã không còn HSFO thì việc hâm dầu sẽ không còn cần thiết vậy phải tính đến sự làm việc bình thường của các nồi hơi khí xả. Nồi hơi khí xả không chỉ tận dụng nhiệt khí xả mà còn làm mát khí xả để giảm phản áp tạo điều kiện thuận lợi cho tua bin tăng áp. Vì vậy, nồi hơi khí xả vẫn phải vệ sinh thường xuyên cả hai phía, hơi nước sinh ra sẽ cho vào bầu ngưng để tuần hoàn.

Trước khi thực hiện được công việc làm sạch kết kể trên, thuyền viên trên tàu phải tính toán được lượng tiêu thụ nhiên liệu cho chuyến hành trình để đáp ứng có ít nhất một kết trống, đủ thời gian hòa trộn chất phụ gia và nhiên liệu HSFO, đồng thời phải sử dụng nhiên liệu đã trộn sao cho lượng còn lại trong kết là nhỏ nhất. Công việc tính lượng tiêu thụ tuy không khó nhưng phụ thuộc nhiều vào tuyến hành trình cũng như vùng hoạt động của tàu, ngoài ra còn phụ thuộc vào người thuê tàu, cảng cung ứng...

2.2. Sự chuẩn bị của chủ tàu[1]

Chủ sở hữu tàu và các công ty quản lý tàu nắm rõ tình hình hoạt động của tàu kết hợp với các thông tin của các nhà cung cấp dầu tuân thủ và hóa chất... từ đó đưa ra các hướng dẫn thực hiện đến các tàu. Chủ tàu cũng đàm phán với người thuê tàu để có thời gian và điều kiện thuận lợi cho việc vệ sinh kết. Đồng thời chủ tàu cũng sẽ kiểm tra các kết đã làm sạch để tránh nhiễm bẩn bằng cách phân tích các mẫu thử. Chủ tàu không chỉ cung cấp các vật dụng cho việc vệ sinh kết mà còn cả các vật tư thiết yếu phòng tránh rủi ro do việc đổi nhiên liệu gây ra. Đối với nhiên liệu tuân thủ, chủ tàu không chỉ lựa chọn nhà cung cấp, nơi cung cấp mà còn cả chất lượng sản phẩm được cung cấp sẽ đáp ứng tiêu chuẩn nhiên liệu hàng hải quốc tế ISO 8217 cho tàu. Điều này đảm bảo về giới hạn tối thiểu nhiệt độ

điểm bén cháy của SOLAS là 60 °C và độ ổn định của dầu để lưu trữ, xử lý và sử dụng phải được đáp ứng. Ngoài ra còn phải tính đến các yếu tố độ nhớt, nhiệt độ, tính chất đông lạnh và hàm lượng sáp...

Song song với chủ sở hữu tàu thì các trung tâm cung ứng thuyền viên cũng đang ráo riết tập huấn cho thuyền viên nhận thức rõ về hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu được tổ chức hàng hải thế giới đã phê chuẩn và huấn luyện thuyền viên thực hiện các hướng dẫn của chủ tàu. Các hướng dẫn bổ sung cho việc chuẩn bị các kết để nhận dầu mới (nhiên liệu tuân thủ). Các biện pháp an toàn nhằm tránh tai nạn cũng như lưu trữ các bằng chứng về làm sạch kết đặc biệt là hướng dẫn ghi sổ nhật ký dầu (oil record book), tuân thủ qui trình nhận dầu.

2.3. Sự chuẩn bị của IMO [1]

Tại thời điểm hiện nay, quy định 4 phụ lục VI của MARPOL quy định về phương tiện tương đương được phê duyệt duy nhất đang được áp dụng là duy trì việc sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao kể hợp với sự dụng hệ thống làm sạch khí thải để đạt được mức giảm phát thải SO_x tương đương. Các lựa chọn khác đã được xem xét, bao gồm việc pha trộn nhiên liệu có hàm lượng cao với thấp ở trên tàu nhưng phải được phê duyệt thông qua quốc gia mà tàu treo cờ. Tóm lại có ba tuyến tuân thủ đó là:

Sử dụng nhiên liệu tuân thủ thông thường mà cụ thể là dầu chưng cất có kiểm soát lưu huỳnh. Hoặc sử dụng các loại nhiên liệu thay thế đáp ứng giới hạn kiểm soát hàm lượng lưu huỳnh như LNG, methanol, hydro, nhiên liệu sinh học và các loại nhiên liệu hóa thạch được sản xuất tổng hợp.

Sử dụng nhiên liệu có hàm lượng quá giới hạn nhưng kết hợp với sử dụng EGCS để loại bỏ ôxit lưu huỳnh khỏi khí thải phù hợp với quy định 4 phụ lục VI.

Do mạng lưới cung ứng chưa đáp ứng kịp cho nên đại đa số các tàu sẽ lựa chọn dùng dầu tuân thủ. Vì vậy, tháng 2 năm 2018 trong cuộc họp về việc thực hiện nhất quán quy định 14.1.3 của MARPOL đã xây dựng các điều khoản tham chiếu. Một số tài liệu hướng dẫn cùng với sửa đổi các phần có liên quan của phụ lục VI, giải quyết các mối quan tâm đang được nêu ra cần sự rõ ràng hơn để đảm bảo thống nhất. Chúng bao gồm một số yếu tố: Thực thi, xác minh hàm lượng lưu huỳnh, giải quyết việc không sẵn có nhiên liệu tuân thủ và các khuyến nghị để giải quyết bất kỳ mối lo ngại về tác động có hại đối với máy móc và hoạt động của tàu. Những điều này sẽ được giải quyết tại nhóm liên ngành và cuối cùng là thông qua MEPC 74 vào tháng 4 năm 2019. IMO cũng đã yêu cầu tổ chức tiêu chuẩn quốc tế (ISO) giải quyết các mối quan tâm về chất lượng được thực hiện và đảm bảo rằng tiêu chuẩn nhiên liệu ISO 8217 là phù hợp. IMO cũng đang phát triển một thông số kỹ thuật có sẵn công khai để hỗ trợ bổ sung ISO 8217 hiện tại (năm 2017). Lệnh cấm vận chuyển nhiên liệu không tuân thủ dưới dạng nhiên liệu sử dụng cho tàu (không phải là hàng hóa) dự kiến sẽ có hiệu lực vào ngày 1 tháng 3 năm 2020 nhằm tạo điều kiện cho việc thực thi. Các chế tài cho việc không tuân thủ cũng đã được thông qua.

2.4. Sự chuẩn bị của các bên liên quan

Các cơ quan đăng kiểm sẵn sàng cung cấp hỗ trợ độc lập trong hành trình từ khi đưa ra giải quyết đến khi thực hiện từng tiêu chí rủi ro và hoạt động cụ thể của tàu mà các công ty khai thác tàu cần đánh giá các chiến lược tuân thủ của họ, đánh giá này cần tách biệt với các lợi ích khác. Đăng kiểm Lloyd cũng đưa ra khuyến cáo rằng dầu dưới 0.5% lưu huỳnh có thể là kết quả của sự hòa trộn đặc biệt dẫn đến một số hạn chế như: Khả năng giải phóng nhiệt không đều trong quá trình đốt. Hiện tượng này bị ảnh hưởng bởi bản chất thực tế của nguyên liệu hỗn hợp được sử dụng.

Các nhà cung cấp nhiên liệu đã có sẵn nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao cho những tàu sử dụng hệ thống làm sạch khí thải. Từ giữa năm 2019 các nhà cung cấp đã xây dựng chuỗi cung ứng bằng cách dọn sạch HSFO khỏi phần lớn các các bể chứa và xả lan cũng như đường ống vận chuyển, đây cũng là thách thức hậu cần cho toàn bộ chuỗi cung ứng. Trước ngày 1 tháng 1 năm 2020 các nhà cung cấp đã đưa ra một số loại nhiên liệu đáp ứng mục tiêu hàm lượng lưu huỳnh tối đa 0.5% m/m. Chúng bao gồm nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp (ULSFO) < 0.1% m/m và nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh rất thấp (VLSFO) < 0.5% m/m. Ngoài việc đáp ứng nhu cầu nhiên liệu của thị trường, sản phẩm của họ phải đáp ứng phiên bản mới nhất của thông số kỹ thuật ISO 8217 là loại dầu chưng cất có kiểm soát hàm lượng lưu huỳnh. Các loại nhiên liệu thay

thể cũng đang được tung ra thị trường như: Khí tự nhiên hóa lỏng, nhiên liệu sinh học...Việc kích hoạt thay đổi sẽ bắt đầu từ đặt ngày mua hàng là loại nhiên liệu tuân thủ 0.5% m/m đầu tiên từ các chủ tàu. Thực tế các khu vực giới hạn đã áp dụng 0.5% m/m của Trung quốc và Đài loan từ ngày 1 tháng 1 năm 2019 đã cho thấy sự cung cấp dầu tuân thủ ở khu vực đó và ngày một gia tăng. Do sự hoạt động của tàu mà một vài tháng trước ngày quy định có hiệu lực thì các nhà cung cấp đã phải cung cấp cho mỗi tàu tối thiểu một két dầu tuân thủ.

Các hãng hóa chất là đơn vị tham gia đầu tiên trong việc tuân thủ quy định. Hóa chất mà họ cung cấp đáp ứng hai việc quan trọng trong quá trình thay thế dầu tuân thủ. Hóa chất họ cung cấp là chất phụ gia để cho vào HSFO nhằm hòa tan bùn và làm sạch toàn bộ hệ thống nhiên liệu. Đồng thời hóa chất cũng giúp cho việc vệ sinh kết dễ dàng và nhanh chóng.

Các hãng chế tạo động cơ đưa ra những cảnh báo rủi ro do tính chất không ổn định của dầu hỗn hợp, khả năng tương thích mà các chi tiết máy có thể bị ảnh hưởng lớn và cần dự trữ trên tàu. Đồng thời với việc sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp là sử dụng dầu bôi trơn xanh có hàm lượng kiềm (BN) phù hợp.

3. Kết luận

Sự thay đổi hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu từ 3.5% m/m xuống 0.5% m/m là thay đổi lớn trong ngành hàng hải, nó ảnh hưởng sâu rộng đến nhiều lĩnh vực liên quan. Trong phần mô tả công việc chuẩn bị của các ban ngành liên quan đã chỉ ra rằng cần sự phối hợp thống nhất giữa các bên mới cho hiệu quả mong đợi. Đối với thuyền viên, người trực tiếp thay đổi loại nhiên liệu dưới tàu, người chịu sự phụ thuộc của các bên liên quan mà vẫn phải đảm bảo nhiên liệu tuân thủ và an toàn thiết bị cần phải có nhận thức đầy đủ quy trình thực hiện quy định của bộ luật hàng hải. Khi đã nắm vững được nhiệm vụ và quy trình, thuyền viên có thể kiến nghị và hợp tác với các bên hỗ trợ được suôn sẻ nhằm bảo vệ được môi trường biển như kỳ vọng của bộ luật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. The IMO 2020 Sulphur content above 0.5 percent
- [2]. The IMO 2020 Sulphur Cap

TUABIN TỔ HỢP – SỰ PHÁT TRIỂN CHO HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN NĂNG TÀU THỦY

HYBRID TURBOCHARGER – DEVELOPMENT OF POWER SUPPLY SYSTEM FOR MARINE APPLICATION

Nguyễn Hữu Dũng

Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu về hệ thống Tuabin tổ hợp (Hybrid turbocharger) có khả năng cung cấp điện năng cho cả con tàu mà không cần chạy thêm máy phát điện chính khi khai thác hệ động lực chính ở chế độ tải bình thường.

Abstract

This paper introduces a hybrid turbocharger system that can supply electric power for the ship without running ship's diesel generator engine while main propulsion engine is under normal load condition.

Key words: hybrid turbocharger, power supply system, generator, electric power.

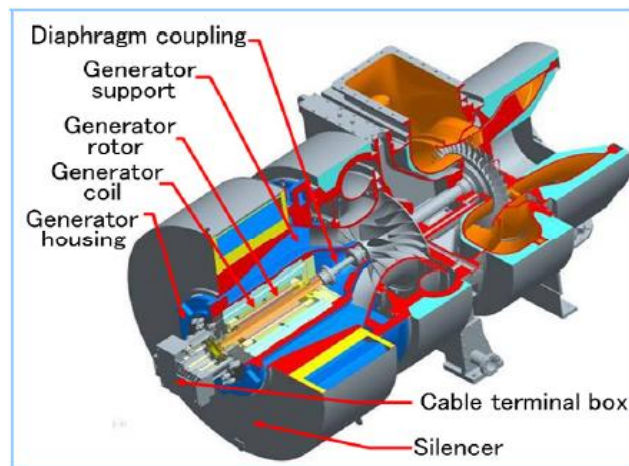
1. Giới thiệu

Tuabin tổ hợp (Hybrid turbocharger) là một tuabin lai một máy phát điện nhỏ, tốc độ cao [1]. Hệ thống bao gồm các thành phần chính: một máy phát nam châm vĩnh cửu (PMG), bộ biến đổi, biến tần và bảng điện chính. Hệ thống đã được phát triển bởi hãng Mitsubishi (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.) và được lắp đặt thử nghiệm trên tàu của hãng NYK (NYK line).

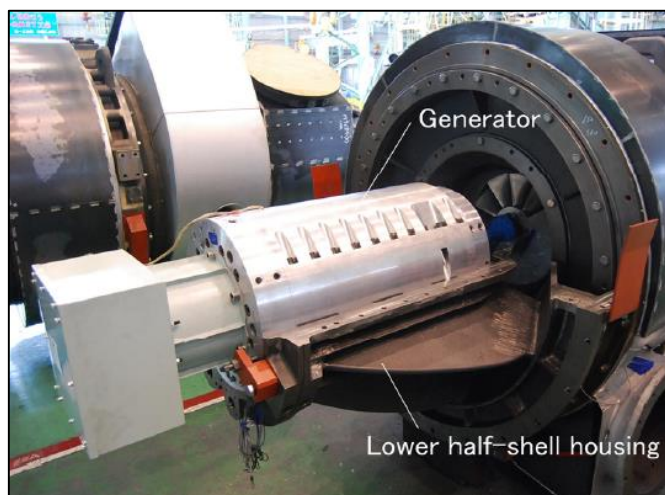
2. Các thiết bị chính trong hệ thống

2.1. Tuabin tổ hợp (Hybird turbocharger)

Một Tuabin tổ hợp bao gồm cụm tuabin, máy nén sử dụng khí xả động cơ Diesel như truyền thống và một máy phát điện tốc độ cao (PMG - permanent magnetic generator) được lai bởi trục tuabin lắp bên phía máy nén. Máy phát điện được đặt trong bộ tiêu âm của tuabin, nhưng vì bản thân bộ giảm thanh không đủ độ cứng để đỡ máy phát, nên vỏ thép được đúc thành hai phần (trên và dưới) và được gắn vào vỏ máy nén để bù cho điều này. Do đó, phần vỏ máy nén cũng được thiết kế lại để tạo độ cứng cao hơn. Trong quá trình lắp ráp, nửa dưới vỏ trước tiên được gắn vào tuabin sau đó máy phát điện được đặt đúng vị trí và được kết nối với trục rôto của tuabin và khớp nối. Nửa dưới vỏ cũng đóng vai trò là chảo dầu để thu gom dầu bôi trơn chảy ra từ máy phát điện. Bộ tiêu âm không khí được gắn ở bên ngoài vỏ và không khí đi qua bên ngoài vỏ để vào máy nén [2]. Trục của máy phát được kết nối cơ học với trục rôto của tuabin bằng khớp nối linh hoạt kiểu màng.



Hình 1. Cấu trúc tuabin tổ hợp

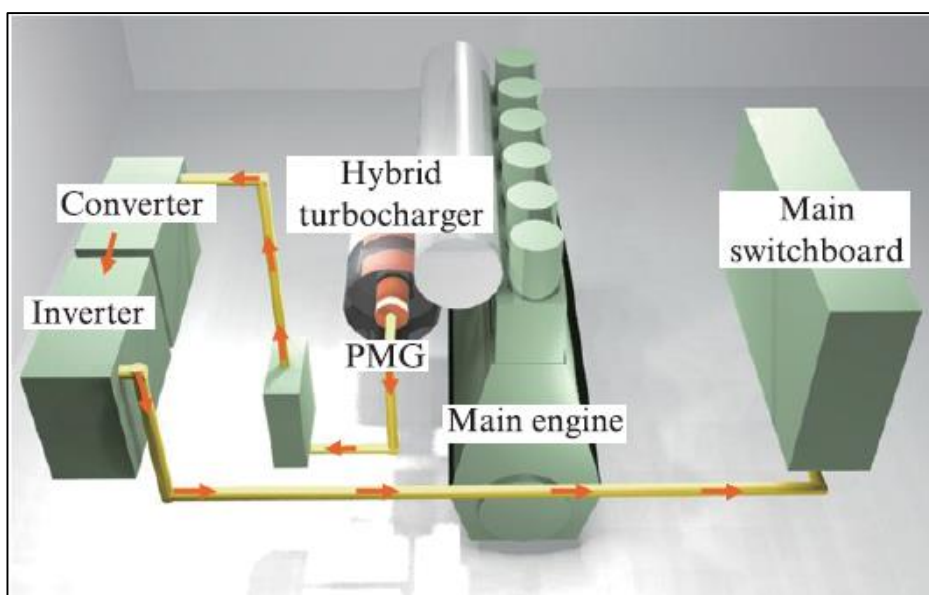


Hình 2. Máy phát được đặt trong nửa dưới của vỏ

Rôto của máy phát có các nam châm được cố định bằng cách dính trong một vòng cung bao quanh phía ngoài của trục thép. Để ngăn chặn sự tách rời do lực ly tâm khi ở vòng quay tốc độ cao, nam châm được gắn thêm bằng các cuộn dây bằng sợi carbon và phần vỏ được làm mát bằng nước làm bằng nhôm bao quanh bên ngoài các cuộn dây rôto này. Không khí làm mát bên ngoài được đưa vào các điểm ở cả hai đầu và ở trung tâm của cuộn dây. Do định vị dọc theo hướng dọc của rôto được xác định bởi lực từ, nên không cần phải có vòng bi đỡ chặn bên trong máy phát. Vòng bi và bộ làm kín kiểu khuất khúc được lắp ở cả hai đầu.

Trong những năm gần đây, hiệu suất tuabin đã được cải thiện và đặc biệt trong vùng khai thác tải động cơ cao, năng lượng khí xả từ động cơ bị dư thừa so với việc nạp khí vào động cơ. Nếu năng lượng khí xả này sau khi ra khỏi tuabin không thể được tận dụng cho một số mục đích khác thì nó sẽ trở thành năng lượng bị bỏ phí. Từ quan điểm trên, tuabin tổ hợp tận dụng hiệu quả năng lượng khí xả này có thể được gọi là một thiết bị tận dụng nhiệt khí xả. Điện năng được sinh ra bởi máy phát lại bởi tuabin khi tuabin hoạt động phụ thuộc vào tải của động cơ là dòng xoay chiều 3 pha, có điện áp từ 0 đến 400V và tần số từ 0 đến 670 Hz không phù hợp với điện năng sử dụng trên tàu [1]. Do vậy cần có thiết bị biến đổi điện năng cho phù hợp.

2.2. Các thiết bị liên quan



Hình 3. Sơ đồ hệ thống cung cấp điện

* Bộ chuyển đổi (Converter)

Bộ chuyển đổi là thiết bị chuyển đổi điện áp xoay chiều được sinh ra bởi PMG thành điện áp một chiều với điện áp không đổi. Bộ chuyển đổi được trang bị một IGBT (insulated gate bipolar transistor – công cách điện lưỡng cực) với độ nhạy tốt để đáp ứng nguồn điện có tần số cao.

* Biến tần (Inverter)

Biến tần thực hiện chuyển đổi điện áp một chiều được chuyển đổi bởi bộ chuyển đổi thành điện áp xoay chiều có điện áp 450V và tần số 60Hz phù hợp với điện áp sử dụng trên tàu. Một bộ IGBT cũng được sử dụng trong thiết bị.

Hệ thống này có thể có được nguồn cung cấp điện áp ổn định bằng cách chuyển nguồn điện dao động do PMG tạo ra thông qua bộ chuyển đổi và biến tần. Để thực hiện việc cung cấp điện áp độc lập bằng tuabin tổ hợp, cần phải khắc phục ba vấn đề chính sau đây:

- + Điều khiển tự động điện áp và tần số;
- + Bù công suất phản kháng;

+ Cung cấp dòng ngắn mạch duy trì.

* Bảng điện chính

Có cấu trúc và điều khiển điện áp chung cho cả tàu như bảng điện thông thường nhưng thêm cả tuabin tổ hợp. Lượng điện năng có thể được tạo ra bởi tuabin tổ hợp thay đổi tùy thuộc vào tải động cơ chính, và việc phát điện không đủ cho tải của tàu đặc biệt là trong khi tải động cơ thấp. Hơn nữa, nếu một lượng điện năng quá lớn được lấy ra từ tuabin tổ hợp thì sẽ làm giảm lượng khí nạp vào động cơ chính - công việc chính của tuabin - có thể làm hỏng độ tin cậy dài hạn của động cơ chính. Do đó, hệ thống đã được sử dụng với mức phát điện phù hợp cho tải động cơ chính được tính toán dựa trên các thông số khác nhau và được điều khiển trong bảng điện chính. Ngoài ra, hệ thống cũng được trang bị các thiết bị bảo vệ trong các trường hợp sự cố liên quan đến việc dừng đột ngột máy chính.

3. Thử nghiệm

MHI đã phát triển hệ thống tuabin tổ hợp MET83MAG phối hợp với NYK Line, MTI và Universal Shipbuilding Corporation. Đây là ứng dụng thực tế đầu tiên trên thế giới của tuabin tổ hợp hàng hải. Hệ không chỉ tạo ra năng lượng điện lên tới 750 kW [3] từ năng lượng thừa trong khí thải động cơ mà còn kiểm soát lượng điện năng được tạo ra để điều khiển tốc độ tuabin (tức là điều khiển lượng không khí cấp cho động cơ) [2]. Những đặc điểm này khá khác biệt so với các động cơ tăng áp thông thường, hoạt động phụ thuộc vào đầu ra của động cơ.

4. Kết luận

So với tuabin truyền thống, hệ thống tuabin tổ hợp với các bộ phận được thêm vào (máy phát, bộ chuyển đổi, biến tần, thiết bị bảo vệ, ...) phức tạp và có đôi chút cồng kềnh hơn chưa kể tới việc làm kín, làm mát và độ ổn định rotor. Tuy nhiên, từ các kết quả thử nghiệm cho thấy đây là hướng phát triển khả quan cho việc cung cấp điện năng tàu thủy cung như đáp ứng các yêu cầu về môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Shiraishi, K. et al., Development of Large Marine Hybrid Turbocharger for Generating Electric Power with Exhaust Gas from the Main Engine, Mitsubishi Heavy Industries Technical Review.

[2] Ono, Yoshihisa et al. Application of a Large Hybrid Turbocharger for Marine Electric-power Generation. Mitsubishi Heavy Industries Technical Review;

[3] Website: <https://www.motorship.com/news101/ships-and-shipyards/worlds-first-hybrid-turbocharged-bulk-carrier>

NĂNG LƯỢNG KHÔNG CÁC BON VÀ NGÀNH VẬN TẢI BIỂN LOẠI NHIÊN LIỆU NÀO KHÔNG LÀM TĂNG SỰ PHÁT THẢI CO₂

NON – CARBON ENERGY AND SHIPPING WHAT KIND OF FUEL DOES NOT INCREASE CO₂

Nguyễn Văn Tiến

Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng Hải Việt Nam

Abstract

The whole world is working toward the goal of a society powered by energy that does not generate CO₂, the root cause of global warming. Various research projects on non – carbon energy

have been conducted, and some have led to practical solutions. How much carbon – free energy has been developed, and how will it affect the shipping industry?

Keywords: Non-carbon energy, hydrogen fuel, biomass fuel, wood biomass, bio fuel.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, nhân loại trên toàn thế giới đã phải đối phó với thời tiết bất bình thường. Trên đất nước Nhật bản đã phải đón nhận những cơn bão lớn với những diễn biến không theo một quy luật nào cả, nó đã tạo nên những cơn mưa bão trên diện rộng của đất nước mà không thể dự báo trước được. Toàn cầu đang bị nhiệt hâm nóng tăng lên đều đều. Có khoảng 450,000 xe ô tô điện (electric vehicles – Evs) phục vụ trên đất nước Mỹ, 300,000 xe ở Trung Quốc và 150,000 xe ở Nhật Bản. Những xe này không tự chính nó phát ra khí CO₂ nhưng có quan điểm nhìn nhận khác là kể cả các hệ thống để hỗ trợ các xe này như hệ thống phát công suất và nạp ắc quy vẫn tạo ra nhiều khí CO₂ hơn các xe ô tô lai điện (Hybird car). Về vấn đề tàu thủy, các hệ thống quản lý an toàn đã được giới thiệu và việc tiếp nhận ở một phạm vi rộng lớn trên các tàu sử dụng nhiên liệu khí hóa lỏng LNG và LPG. Tuy vậy, khí hóa lỏng LNG và LPG vẫn là loại nhiên liệu lỗi thời tạo ra khí CO₂. Trên toàn thế giới đang hướng tới mục tiêu cho xã hội sử dụng nguồn năng lượng không phát ra khí CO₂, đây là nguyên nhân cội nguồn làm cho toàn cầu bị nóng lên. Những dự án nghiên cứu khác nhau về nguồn năng lượng không có carbon đã được thực hiện và đã có được một vài giải pháp thiết thực. Năng lượng không có carbon đã được phát triển như thế nào? và nó sẽ ảnh hưởng ra sao đến ngành công nghiệp vận tải thủy? là những câu hỏi đang được đặt ra.

2. Nhiên liệu hydrogen

Tế bào nhiên liệu (pin nhiên liệu) đã được coi như là một loại năng lượng sạch nhất, nó không phát ra khí CO₂ trong khi cháy. Một số khu vực, các trạm nhiên liệu sinh học - hydrogen đã được lắp đặt và đã được minh chứng bằng các cuộc lái xe thử trên đường.

Nguyên lý của pin nhiên liệu là phản ứng ngược của điện phân, tức là nước và điện được phát ra do phản ứng hóa học giữa hydrogen và oxygen. Tuy nhiên, khối lượng hydrogen không tồn tại độc lập trong tự nhiên. Có 2 phương pháp chính để tạo ra hydrogen như sau:

- Tạo ra hydrogen bằng phương pháp điện phân nước.
- Tạo ra hydrogen bằng phương pháp cải tạo khí tự nhiên và các nhiên liệu lỗi thời thông qua xúc tác. Khi điện phân dư xảy ra, một dạng hydrogen có thể được tích tụ tạo ra, thông qua điện phân của nước.

Khi áp dụng phương pháp thứ hai, khí CO₂ sẽ tạo ra trong quá trình thực hiện. Song song với dự án sản xuất hydrogen thì một dây chuyền dự án cung cấp khí CO₂ của nền công nghiệp nặng Kawasaki, tập đoàn Iwatani và Công ty phát triển năng lượng điện cũng đã được khai trương. Dự án này, khí CO₂ được phát ra khi sản xuất hydrogen từ than nâu của Úc, khi đốt cháy ngầm than dưới lòng đất sử dụng công nghệ thu chứa carbon dioxide (CCS- Carbon dioxide Capture and Storage). Mặt khác, cứ cho rằng lượng hydrogen đã được sản xuất thì nó phải được vận chuyển tới nơi tiêu thụ. Tính khả thi của việc chuyên chở ga lỏng tự nhiên đã được minh chứng và việc nghiên cứu vận chuyển hydrogen lỏng cũng đang được tiến hành.

Yêu cầu của việc chuyên chở hydrogen lỏng còn khắt khe hơn chuyên chở ga lỏng tự nhiên về công nghệ cách nhiệt, bởi vì tỷ trọng của hydrogen lỏng chỉ bằng 1/6 của ga lỏng tự nhiên. Hydrogen có tỷ trọng rất nhẹ và điểm sôi của nó là -253°C. Nền công nghiệp nặng Kawasaki đã tập trung khai thác các tàu có trọng lượng nhỏ và có nhiệt độ cực kỳ thấp, bằng cách đóng các tàu mà ở phía trên với công nghệ cách nhiệt để có thể chuyên chở hydrogen lỏng cùng với chuyên chở cả khí lỏng tự nhiên. Mặt khác các nghiên cứu trước của công ty xây dựng NREG (Nomura Real Estate Group) Toshiba và trường đại học Khoa học và Công nghệ Hàng hải Tokyo và các học viện khác đã bắt đầu thử nghiệm trên các tàu sử dụng năng lượng của tế bào nhiên liệu hydrogen.

Tuy nhiên việc tiêu hủy khí CO₂ tạo ra do quá trình sản xuất hydrogen đòi hỏi phải có vốn đầu tư khổng lồ. Câu hỏi về việc tiêu hủy khí CO₂ này nó ảnh hưởng đến môi trường như thế nào vẫn còn chưa được trả lời.



Hình 2.1. Mô hình tàu chuyên chở hydrogen



Hình 2.2. Tàu thí nghiệm chuyên chở hydrogen “Raicho N”

Hull Material: Aluminum. GT:9,1 tons. Overall length: 12,6 m. Maximum speed: 11,0 knots.

Type of Fuel cell 7 Kw (3,5 x 2)

3. Nhiên liệu sinh khối

Nhiên liệu sinh khối được định nghĩa một cách chính xác là nó được tạo ra từ những vật liệu thực vật nhờ năng lượng mặt trời tích lũy trong thực vật. Nhiên liệu sinh khối được sản xuất khi đốt cháy sẽ tạo ra khí CO₂, và việc hấp thụ thực vật khí CO₂ nhờ quang hợp của năng lượng mặt trời. Vì vậy nhiên liệu sinh khối được coi như là một loại nhiên liệu không có carbon (± 0 CO₂ phát ra).

Các nhiên liệu sinh khối cơ bản bao gồm:

Gỗ sinh học như gỗ vụn, cái mà trở thành nhiên liệu do nội nhiệt phát ra. Nhiên liệu lỏng như ethanol được tạo ra nhờ sự lên men của ngũ cốc (ngô) và các loại hạt khác, được gọi là nhiên liệu sinh học.

3.1 Gỗ sinh khối

Việc sản xuất năng lượng sinh khối là một phương pháp tạo ra năng lượng và sử dụng hơi và khí từ việc đốt cháy nhiên liệu để làm quay tua bin. Điều này giống với nguyên lý tạo ra năng lượng nhiệt như khi sử dụng các nhiên liệu hóa thạch như dầu hoặc than. Bằng phương pháp khác là sử dụng khí phát ra nhờ phương pháp lên men hoặc sấy nóng gỗ ở nhiệt độ cao.

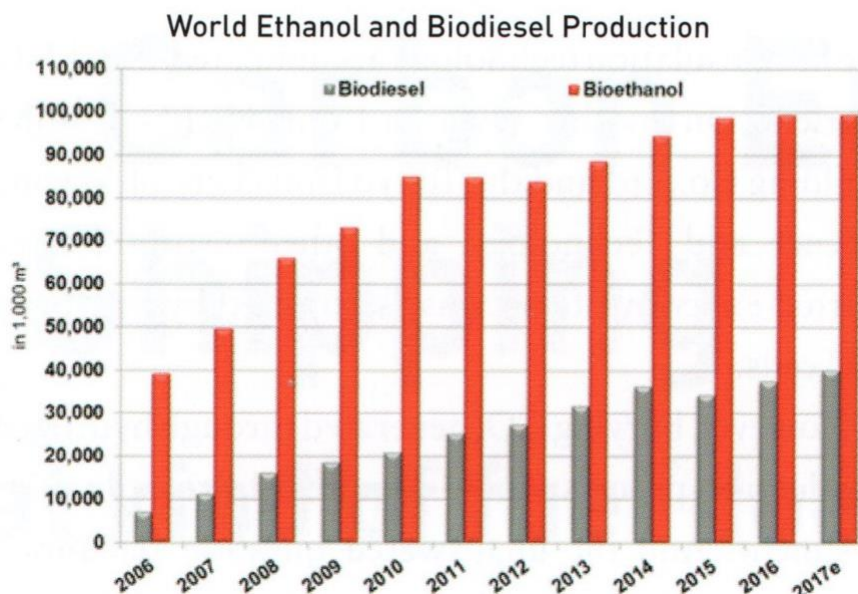
Điển hình của gỗ sinh khối là gỗ cây. Ở Nhật bản các dạng thực vật ở những cánh rừng thưa thớt, các rác gỗ xây dựng và các gỗ vụn loại bỏ ra từ việc đốn gỗ được thu gom sau đó được tạo thành các mảnh nhỏ hoặc tạo viên và được sấy khô cho dễ đốt cháy.

Phần vỏ quả dầu cọ sau khi đã chiết ép để lấy dầu, được gọi là PKS (Palm Shells), cũng là nguồn sinh khối mà chúng cháy có hiệu suất cao hơn gỗ sinh khối vì nhờ có hàm lượng dầu còn lại sau khi chiết ép.

Việc cung cấp gỗ sinh khối ở Nhật bản không thể tiếp tục duy trì theo tốc độ hiện tại phát triển sản xuất năng lượng sinh khối. Vì vậy, bức tranh về việc nhập khẩu ổn định vỏ quả dầu cọ (PKS) là đang được quan tâm.

Các quốc gia tiên tiến như Anh quốc, và Đức đang sử dụng gỗ sinh khối. Hơn từ các nồi hơi sinh khối đã được sử dụng sưởi ấm các tòa nhà. Chính phủ Nhật bản đã đặt ra một tiêu chí là đến năm 2020 đạt được 13 tỷ kWh năng lượng sinh khối và đã bắt đầu xây dựng nhà máy năng lượng sinh khối từ năm 2016.

Gỗ vụn được nhập khẩu từ Việt nam, Úc và v.v.. còn vỏ quả dầu cọ (PKS) được nhập từ các nước Đông Nam á như Indonesia và Malaysia. Chúng được vận chuyển bằng các tàu chuyên chở gỗ vụn, tàu bách hóa.



Hình 3.1. Sản lượng Ethanol và dầu Biodiesel trên thế giới

3.2 Nhiên liệu sinh học

Nhiên liệu sinh học bao gồm ethanol sinh học, cái mà được lên men từ các nguồn thực vật như ngô, mía và các vật liệu gỗ thải. Nhiên liệu diesel sinh học (BDF- Bio-Diesel Fuel) được tạo ra từ dầu hạt cải, dầu cọ và dầu ăn đã sử dụng.

Châu âu, nơi mà lượng xe cộ sử dụng năng lượng diesel phổ biến, sức tiêu thụ chiếm ½ sản phẩm BDF trên toàn thế giới. Nhưng những năm gần đây họ đã chuyển đổi sử dụng từ nhiên liệu diesel sang xăng (gasoline) với lý do để đảm bảo chất lượng thải khí.

Công suất của nhiên liệu ethanol sinh học là thấp hơn so với xăng, nhưng giá thành lại giảm do hầu hết sử dụng các nguyên liệu là hạt thô rẻ tiền như các vỏ hạt xay nhỏ. Sản phẩm sinh học ethanol có nhiều ở Brazil, Mỹ như mía, ngô. Ở Mỹ ethanol sinh học đã được bổ sung vào xăng (gasoline) cho nhiên liệu xe ô tô. Ở Brazil, ethanol sinh học nguyên chất đã sử dụng như nhiên liệu, nhưng việc pha trộn nó cùng với xăng (gasoline) cũng đã bắt đầu phổ biến hơn nhờ vậy mà giảm được giá thành của dầu thô. Việc cung cấp ethanol sinh học cũng đã bị tác động bởi sự biến động giá cả của dầu thô và của xăng (gasoline). Mặt khác nếu số lượng hạt dùng để sản xuất ethanol tăng lên đột ngột từ số lượng sản xuất hiện có thì dẫn tới giá hàng hạt sẽ cao hơn và việc cung ứng sẽ không được đảm bảo.

Nhật bản đã xúc tiến giới thiệu phụ gia xăng gốc sinh khối ETBE (methyl tert-butyl ether) và E3 (xăng hòa trộn với 3% ethanol sinh học), với mục đích dành được rộng rãi hơn việc sử dụng nhiên liệu gốc sinh khối trong vận tải. Các công ty dầu đã chủ động dành được mục tiêu 500,000 KL ethanol sinh học vào năm 2017. ETBE và ethanol sinh học khác đã được chuyên chở bằng các tàu hóa chất.

Tập đoàn ô tô Nissan họ đã phát triển mở rộng 100 % ô tô dùng nhiên liệu ethanol sinh học, các kế hoạch về mô hình này được giới thiệu ở thị trường Brazil và các quốc gia khác. Nissan cũng đã thông báo triển khai công nghệ pin nhiên liệu mới sử dụng ethanol sinh học, cái được gọi là “e-biofuel cell”. Công nghệ mới này dựa vào cơ sở cải tiến lắp đặt trên ô tô để tách chiết ethanol sinh học thành hydrogen và CO₂ và phản ứng hóa học chiết hydrogen cùng với ô xy trong không khí được gọi là “stack”. Công nghệ này cho phép chạy xa 800 km với một bình chứa đơn.



Hình 3.2.Trạm cấp nhiên liệu sinh học ethanol ở Sao Paulo - Brazil



Hình 3.3.Ô tô sử dụng nhiên liệu sinh học ethanol của hãng Nissan

4. Kết luận

Việc sử dụng nhiên liệu sinh học hiện nay là vấn đề đang được tranh cãi trên các lĩnh vực và quan điểm khác nhau. Vấn đề này có lợi hay có hại? Nó có mang lại những thành công như mong đợi không hay còn gây ra những rủi ro tiềm ẩn? Tuy vậy, trong bối cảnh khủng hoảng năng lượng toàn cầu, ô nhiễm môi trường ngày càng gia tăng thì việc sử dụng nhiên liệu sinh học vẫn là một giải pháp nhằm giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường và nó được khẳng định đây là một giải pháp chống biến đổi khí hậu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] The Mariners' Digest" – Vol.48 – January/2018.

CÁC PHƯƠNG PHÁP HỒI DẦU TRONG HỆ THỐNG LẠNH

METHODS OF OIL RETURN IN REFRIGERATION SYSTEM

Nguyễn Minh Đức
Khoa Máy Tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu ngắn gọn các phương pháp hồi dầu bôi trơn về máy nén đang được sử dụng trong các hệ thống lạnh

Abstract:

The article briefly introduces the methods of lubricating oil return on compressors being used in refrigeration systems

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình nén, một phần dầu nhớt trên thành xy lanh sẽ đi theo môi chất ra ngoài xy lanh và tuần hoàn trong toàn bộ hệ thống lạnh. Do đó, mức dầu chứa trong các te máy nén giảm ảnh hưởng tới khả năng bôi trơn của máy nén. Ngoài ra, dầu bôi trơn đi vào thiết bị ngưng tụ làm giảm đi hệ số truyền nhiệt và đọng lại đáy bình. Hỗn hợp này đi qua van tiết lưu và đi vào vào thiết bị bay hơi. Môi chất lạnh sẽ bay hơi nhưng dầu nhớt vẫn còn đọng lại trong thiết bị. Một phần nhỏ sẽ bay hơi cùng với môi chất lạnh về máy nén. Do dầu bôi trơn làm giảm trao đổi nhiệt thiết bị bay hơi nên ta phải tìm cách khống chế giới hạn lượng dầu trên. Để làm giảm lượng dầu tuần hoàn vào hệ thống, phải lắp thêm bình tách dầu tại đầu đẩy máy nén. Nguyên lý của bình tách dầu là làm giảm động năng dòng môi chất bằng những cách như: đổi hướng đột ngột, giảm vận tốc, sử dụng bình tách dầu kiểu xy clon.... Tùy thuộc vào loại công chất được sử dụng trong hệ thống lạnh, thiết bị hồi dầu về máy nén cũng được bố trí khác nhau.

2. Các phương pháp hồi dầu về máy nén

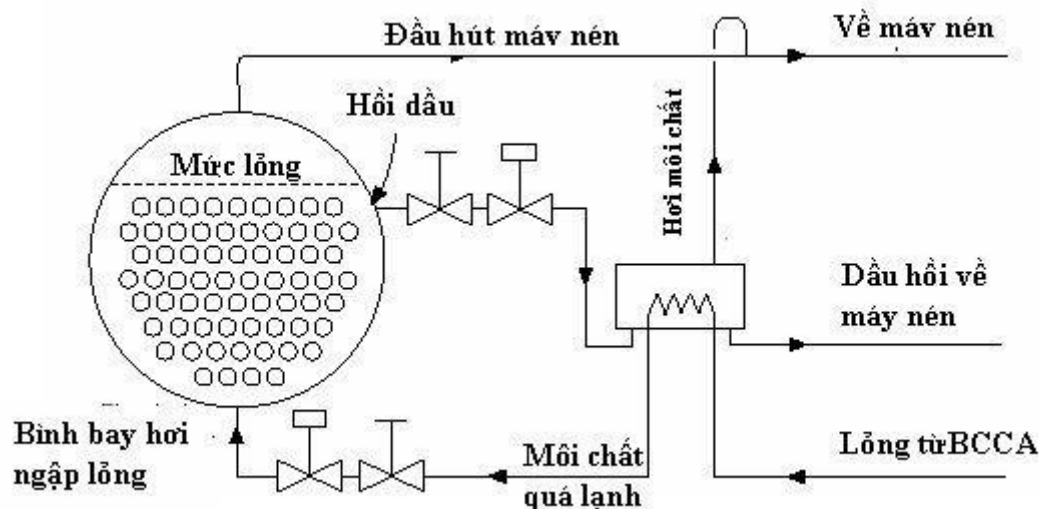
Phần lớn dầu được tách ra và rơi xuống đáy bình và có thể được hồi về các te máy nén. Lượng dầu hồi về máy nén được điều khiển bằng phao gắn trong đó hay sử dụng ống tiết lưu dầu. Nếu sử dụng ống tiết lưu dầu ta phải gắn thêm van điện từ để cách ly khi máy nén ngừng làm việc. Khi máy nén ngừng, hơi môi chất áp suất cao còn trong bình tách dầu sẽ ngưng tụ và hòa tan với dầu bôi trơn làm giảm khả năng bôi trơn của nó cho nên ta phải lắp điện trở tại đáy bình. Việc hồi dầu về máy nén phụ thuộc nhiều vào khả năng hòa tan, khối lượng riêng của dầu hay vị trí lắp đặt của dàn bay hơi, bầu ngưng công chất lạnh so với máy nén.

2.1 Hồi dầu về máy nén theo khả năng hòa tan công chất với dầu bôi trơn

Bảng 1. Khả năng hòa tan của dầu và công chất lạnh

Môi chất lạnh	Tại 0°C	Tại 35°C
R134a	Hòa tan hoàn toàn	Hòa tan hoàn toàn
R22	Dầu sẽ nổi trên bề mặt và môi chất lạnh chìm phía dưới	Hòa tan hoàn toàn
R717	Không hòa tan dầu	Không hòa tan dầu

Qua bảng trên ta thấy, đối với hệ thống sử dụng môi chất R717 dầu sẽ đọng lại dưới đáy bình do khối lượng riêng của nó bé hơn môi chất. Qua yếu tố trên, ta dễ dàng phân biệt hệ thống sử dụng môi chất R717 do sử dụng ống xả dầu đặt tại đáy bình. Dầu sẽ được xả một cách định kỳ trong thời gian hoạt động. Ngược lại, đối với hệ thống sử dụng Freon dầu được hòa tan hoàn toàn trong môi chất. Nhưng trong thiết bị bay hơi tại nhiệt độ thấp, dầu nổi trên bề mặt. Bằng cách một phần nhỏ hỗn hợp dầu và môi chất trên bề mặt rồi dùng nhiệt lượng của môi chất lạnh từ bình ngưng tụ đến để làm bay hơi nên chúng sẽ được tách ra (sơ đồ theo hình vẽ dưới)

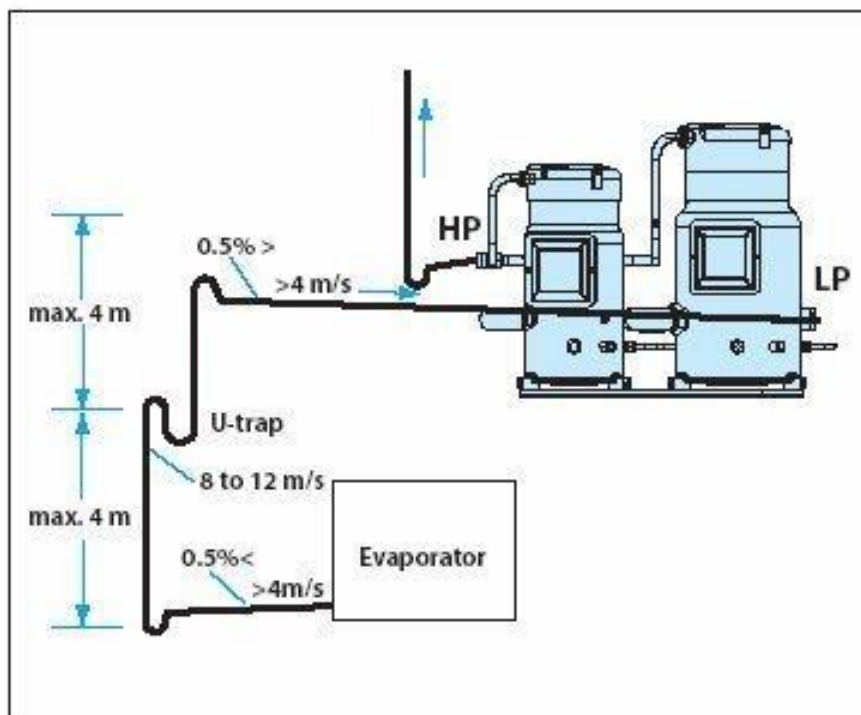


Hình 1 Sơ đồ hồi dầu hệ thống sử dụng R22

Ngoài ra để hồi dầu từ thiết bị bay hơi về máy nén tốt hơn ta phải thiết kế đường ống đảm bảo vận tốc dầu hút không nhỏ hơn 5m/s đối với ống nằm ngang và không được nhỏ hơn 8m/s đối với ống đứng

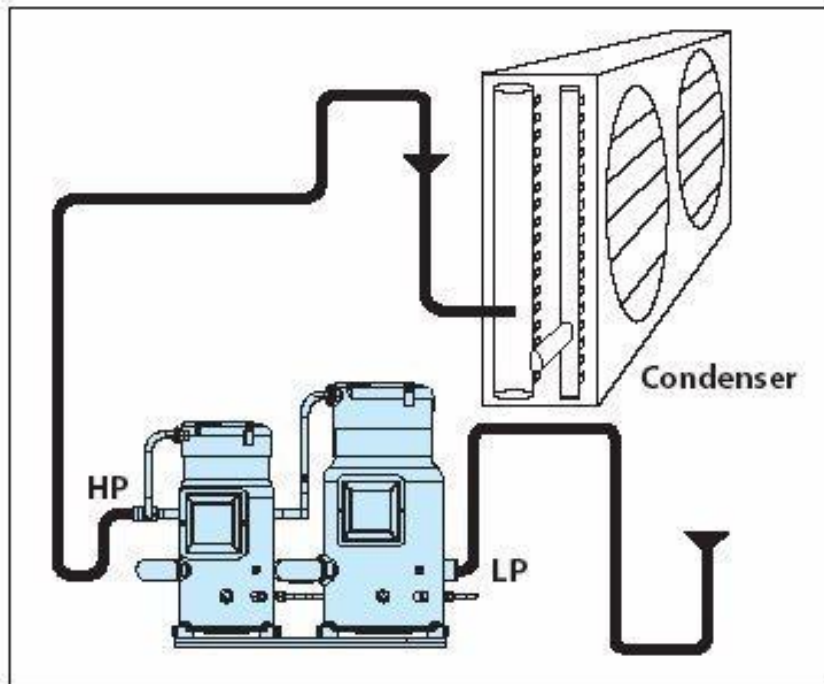
2.2 Vị trí của dàn bay hơi, bầu ngưng ảnh hưởng tới sự hồi dầu về máy nén

Nếu thiết dàn bay hơi được đặt cao hơn máy nén thì nên sử dụng phương pháp chạy rút môi chất khi dừng máy hoặc ta dùng bẫy chữ U ngược tại ống ra để tránh môi chất chảy về máy nén. Ngược lại nếu máy nén đặt trên thiết bị bay hơi ta phải bố trí bẫy dầu hình chữ U giúp dầu quay lại máy nén dễ dàng.



Hình 2. Vị trí của dàn bay hơi ảnh hưởng tới sự hồi dầu về máy nén

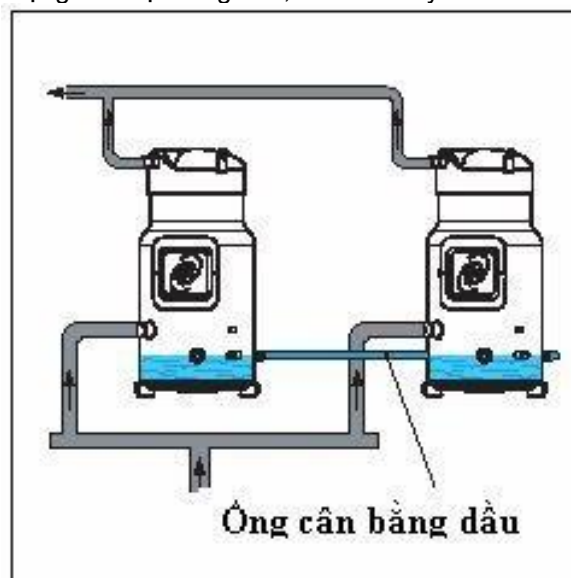
Trong trường hợp bầu ngưng công chất đặt cao hơn máy nén, ta phải lắp bẫy dầu hình chữ U sát máy nén để tránh dầu quay ngược lại đầu đẩy máy nén gây va đập thủy lực. Đường ống đi vào bầu ngưng công chất lạnh cũng được bố trí hình chữ U ngược ngăn chặn lỏng từ bầu ngưng công chất lạnh quay lại máy nén.



Hình 3. Vị trí của bầu ngưng công chất lạnh ảnh hưởng tới sự hồi dầu về máy nén

2.3. Hồi dầu về máy nén khi máy nén lắp song song:

Phương pháp đơn giản nhất là sử dụng ống cân bằng dầu giữa 2 máy nén. Ống cân bằng được lắp dưới mức dầu để đảm bảo dầu luôn luôn ở mức cân bằng giữa 2 máy nén. Tuy nhiên phương pháp này chỉ sử dụng cho hệ thống nhỏ, bố trí ít máy nén.



Hình 4. Sử dụng ống cân bằng dầu

Đối với hệ thống lớn sử dụng nhiều máy nén thì đường ống hút của máy nén phải được thiết kế với tổn thất áp suất như nhau. Ống góp hơi nên đặt thấp hơn máy nén để tránh máy nén hút phải lỏng, ống hút phải thẳng hàng và phải lắp thêm ống hút dầu. Ống hút hơi môi chất phải được vát một góc 30° để dầu nhớt có thể rơi xuống ống góp dễ dàng và phải cách đáy ống góp một khoảng nhỏ vài mm tránh hút phải cặn. Đối với đầu đẩy máy nén phải bố trí hơi dốc để dầu có thể đưa về ống góp, nghiêng một góc so với mặt nằm ngang và để cách ly máy nén cần thiết khi sửa chữa thì ta phải lắp thêm van chặn. Ống góp một đầu bịt lại, đầu kia đưa về bình tách dầu. Dầu hồi về máy nén thông qua van điện tử điều khiển bởi van phao trong máy nén. Ống góp phải đều trên cùng đường kính, các ống đẩy của mỗi máy nén càng ngắn càng tốt. Ngoài ra ta có thể sử dụng thiết bị điều tiết dầu. Thiết bị này hoạt động như sau: Khi dầu từ ống hút đến từng máy nén, ngay tại máy nén đầu tiên dầu được hút về khoảng 80-100% và thiết bị này cũng tạo ra tổn thất áp suất làm áp suất cacte của máy nén sau giảm xuống. Cho nên dầu từ máy nén đầu tiên quay về máy nén còn lại. Phương pháp này có thể sử dụng cho hệ thống lắp song song đến 4 máy nén và chi phí lắp đặt cũng khá rẻ. Thường được sử dụng trong hệ thống máy nén của hãng Danfoss.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Vũ Anh Dũng, Vũ Anh Tuấn, *Máy lạnh và thiết bị trao đổi nhiệt*, Nxb Đại học Hàng hải Việt Nam, 2014

CHỈNH ĐỊNH HỆ THỐNG BÔI TRƠN SƠ MI XI LANH KIỂU ĐIỆN TỬ ADJUSTMENT FOR ELECTRONIC CYLINDER LUBRICATOR SYSTEM

Nguyễn Văn Ba
Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu cách điều chỉnh cho hệ thống bôi trơn sơ mi xanh kiểu điện tử (kiểu loại ALPHA). Đây là hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh kiểu mới được lắp đặt cho các động cơ Diesel hiện đại, thường được dùng làm động cơ chính lái chân vịt định bước trên các con tàu chở hàng có tải trọng trung bình và cỡ lớn. Việc trang bị kiến thức cơ bản về quy trình khai thác đối với hệ thống này cũng là một yêu cầu rất quan trọng và cấp thiết cho đội ngũ thuyền viên Việt Nam hiện nay.

Từ khóa: Chỉnh định, động cơ Diesel, hệ thống bôi trơn xi lanh kiểu điện tử.

Abstract

This paper introduce about the adjustment for electronic cylinder lubricator system (ALPHA type). This is new type of cylinder lubricator system installed on modern Diesel engines, which used for main engine driving fixed pitch propeller of medium and large general cargo ships. The supplying basic knowledge about procedure of operation for this system is very important and imperative requirement with Vietnamese crew nowadays.

Key words: Adjustment, Diesel engine, electronic cylinder lubricator system.

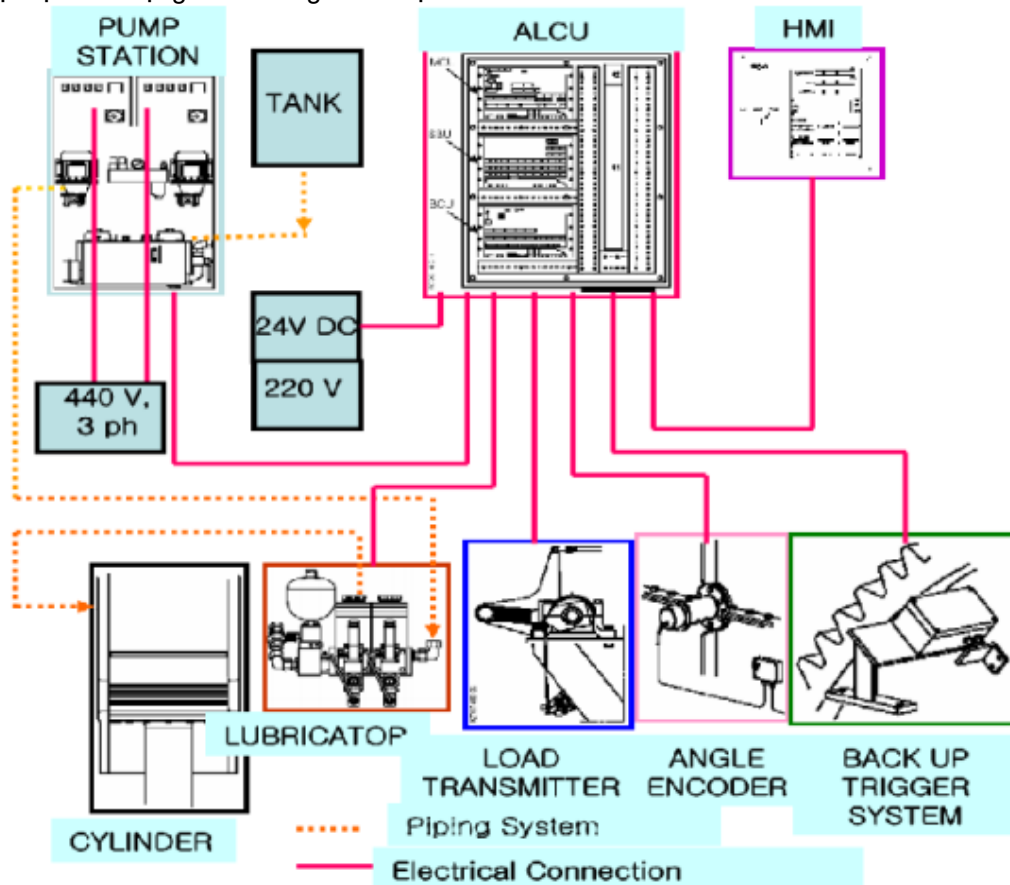
1. Giới thiệu chung

Hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh cho động cơ Diesel tàu thủy được thiết kế nhằm mục đích bôi trơn giữa bề mặt gương sơ mi xi lanh và bề mặt ngoài các xéc măng (phần tiếp xúc trực tiếp với bề mặt gương sơ mi xi lanh), biến ma sát trượt khô thành ma sát trượt ướt, điền đầy các khe hở giữa các bề mặt tiếp xúc để tăng khả năng làm kín, rửa sạch bề mặt và làm mát, trung hòa axit do sản phẩm cháy sinh ra và bao phủ kín bề mặt kim loại. Chính vì thế, hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh trở nên đặc biệt quan trọng bởi nó góp phần quyết định tuổi thọ, tính an toàn tin cậy và kinh tế trong quá trình hoạt động của động cơ.

2. Tổng quan về hệ thống bôi trơn sơ mi xanh kiểu điện tử (kiểu loại ALPHA)

Hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh điện tử kiểu loại ALPHA là loại sử dụng bình tích năng cao áp và van điện từ để cấp dầu bôi trơn mặt gương sơ mi xi lanh theo thời điểm đã định sẵn, còn dung lượng cấp thì phụ thuộc vào lượng cài đặt và tải ngoài của động cơ. Chính sự khác biệt này nhằm giải quyết các vấn đề nảy sinh trong quá trình khai thác mà hệ thống bôi trơn kiểu cơ khí còn hạn chế. Nó làm tăng hiệu quả cho quá trình bôi trơn nhờ việc tăng áp lực dầu và tự động điều chỉnh lượng dầu cấp theo tải ngoài của động cơ, nên giảm được mài mòn xéc măng và sơ mi xy lanh. Từ đó giảm được chi phí bảo dưỡng và nâng cao tuổi thọ động cơ cũng như hiệu quả kinh tế trong suốt quá trình khai thác tàu. Dưới đây là kết cấu các phần tử cơ bản của hệ thống (Hình 1)

- Bộ điều khiển hệ thống (ALCU) gồm có 3 khối: Khối điều khiển chính (MCU), khối điều khiển dự phòng (BCU) và bảng cầu dao, đầu nối (SBU). Nguồn cấp cho ALCU là nguồn 24V DC.
- Phần tử bôi trơn chính (LUBRICATOR) gồm: 1 van trượt kiểu piston, 1 van điện từ, 2 bình tích năng mỗi cụm dùng cho 1 xy lanh động cơ.
- Màn hình điều khiển (HMI) là thiết bị điện tử nên phải được lắp ở nơi thông thoáng, vị trí lắp tại bàn điều khiển trung tâm nằm trong buồng điều khiển máy.
- Trạm bơm cung cấp dầu (PUMP STATION) gồm 2 bơm độc lập được lái bởi mô tơ điện, bầu hâm điện, phin lọc và két chứa dầu. Vị trí lắp đặt tại tầng sàn ma nơ máy chính.
- Bộ chuyển đổi tốc độ (ANGLE ENCODER) và cảm biến tốc độ (BACK UP TRIGGER SYSTEM) cho bộ điều khiển sự cố BCU. Vị trí lắp đặt ở đầu trục động cơ và khu vực bánh đà.
- Bộ truyền tín hiệu phụ tải động cơ (LOAD TRANSMITTER) truyền tín hiệu từ thanh răng nhiên liệu đến MCU cùng với tín hiệu tốc độ quay bộ MCU sẽ xác định ra tải của động cơ. Vị trí lắp đặt tại trục dẫn động thanh răng nhiên liệu.



Hình 1: Nguyên lý kết cấu các phần tử cơ bản của hệ thống

3. Chỉnh định hệ thống bôi trơn điện tử sơ mi xi lanh kiểu Alpha:

3.1 Kiểm tra và chỉnh định bộ cảm biến tốc độ máy:

Lưu ý trước khi tiến hành chỉnh định ta phải thực hiện đồng thời các công việc sau để đảm bảo an toàn: dừng động cơ, tắt van cấp khí khởi động, khóa van khởi động chính, vào máy via...

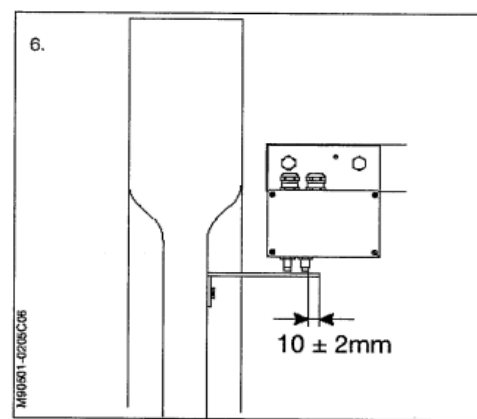
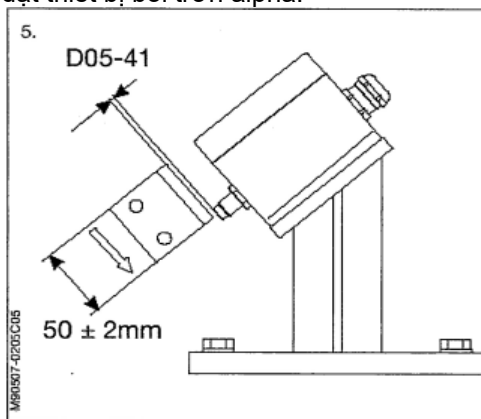
Dữ liệu dùng để chỉnh định:

Bảng 1: Dữ liệu dùng để chỉnh định

Ref.	Tiến hành	Giá trị	Đơn vị
D05-40	Lắp đồng hồ cho bộ điều tốc, kiểm tra khoảng cách	3 ± 0.2	Mm
D05-41	Lắp đồng hồ tốc độ cho thiết bị bôi trơn alpha, kiểm tra. Đối với khoảng cách : Luôn luôn theo chỉ dẫn của nhà sản xuất.	$3 + 0/-1$	Mm

Hệ thống bôi trơn điện tử sẽ gồm 2 phần chính sau:

- Bộ đặt điều tốc.
- Bộ đặt thiết bị bôi trơn alpha.



Hình 2: Chỉnh định bộ cảm biến tốc độ máy

Để tiến hành chỉnh định bộ cảm biến tốc độ máy, ta sẽ tiến hành như sau:

- Đặt đồng hồ đo tốc độ tại bánh lái. Kiểm tra khoảng cách giữa bộ đặt đo tốc độ và bánh đà và xem với lí lịch máy. Nếu khoảng cách không đảm bảo như trong lí lịch máy, tiến hành điều chỉnh lại khoảng cách sao cho phù hợp nhất. Nếu đặt bộ đo tốc độ mới thì phải kiểm tra lại đường dây điện sao cho chính xác nhất.

- Quay trục khuỷu cho xi lanh 1 tới điểm chết trên. Kiểm tra điểm chết trên của xi lanh 1 lần nữa và đánh dấu trên bánh đà. Bộ đặt được lắp bên cạnh bánh đà. Kiểm tra điểm đánh dấu bên trên là đường trung tâm của bộ đặt.

- Kiểm tra khoảng cách giữa điểm đánh dấu và bộ đặt trên bánh đà. Điều chỉnh khoảng cách nếu khoảng cách không đảm bảo so với lí lịch máy. Nếu thay thế bộ cảm biến tốc độ máy, chú ý tới các đường dây để đảm bảo lắp lại là chính xác. Đảm bảo dao động tác động cho các cảm biến vòng quay không quá lớn.

3.2. Kiểm tra và chỉnh định bộ chuyển đổi tín hiệu tốc độ:

Trước khi tiến hành kiểm tra và chỉnh định thì chúng ta phải tiến hành đồng thời những việc sau để đảm bảo an toàn: động cơ ở trạng thái dừng, chặn cơ cấu khởi động, đóng đường gió khởi động, vào máy via, đóng đường nước làm mát, đóng đường nhiên liệu, đóng đường dầu bôi trơn...

Sau khi đã thực hiện các bước trên để đảm bảo an toàn, ta sẽ tiến hành tháo bộ chuyển đổi tín hiệu tốc độ máy để tiến hành chỉnh định. Việc tháo sẽ được tiến hành như các bước sau đây:

- Tháo nắp kiểm tra, cắt dây cáp giữ cao su giảm chấn xung quanh khớp nối, ở phía gần cuối động cơ và nối lỏng khớp nối
- Tháo lỏng 3 bu lông điều chỉnh phía trước mặt bích, tháo bộ mã hóa góc và khớp nối.
- Tháo bu lông lục giác và tháo thân bộ chuyển đổi tín hiệu tốc độ máy, kiểm tra xem chốt định vị có hư hại hay không.

Sau khi tháo và kiểm tra bộ chuyển đổi tín hiệu tốc độ máy, chúng ta sẽ tiến hành điều chỉnh. Việc điều chỉnh sẽ được tiến hành như sau:

- Vặn má khuỷu xi lanh 1 xuống điểm chết dưới, kiểm tra điểm chết dưới của xi lanh 1 được đánh dấu trên bánh đà. Sau đó tiến hành kiểm tra nguồn được cấp tới trục trung gian.

- Tháo nắp kiểm tra xem cao su giảm chấn còn nguyên hay không. Nếu cao su giảm chấn bị hỏng hóc tiến hành thay mới. Sau khi chỉnh định xong bộ chuyển đổi tốc độ, ta sẽ lắp nắp lại & lắp ráp hoàn chỉnh lại bộ chuyển đổi tín hiệu tốc độ máy.

- Lắp ráp thân bộ chuyển đổi tín hiệu tốc độ máy sao cho đúng 2 chốt định vị trên thân. Siết chặt bu lông. Sau đó tiến hành lắp bộ chuyển đổi vào khớp nối. Khi đã lắp xong bộ chuyển đổi vào khớp nối, siết chặt khớp nối, và lắp dây cáp mới quanh cao su giảm chấn. Cuối cùng sau khi đã lắp xong hết các chi tiết phía trong, ta tiến hành lắp vỏ của bộ chuyển đổi tín hiệu tốc độ máy lại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Manual Instruction Book; "Alpha Lubricator System Instruction Manual", HITACHI-MAN B & W, MC/MC-C Engine, Japan, 2011.

[2] Maker Instructions, "Operation of Alpha Lubricator System: How Lubricator take place in Cylinder with ALPHA Lubricator System", Internet, 2017.

NGHIÊN CỨU ĐẶC TÍNH CỦA MỘT TỦ LẠNH DÂN DỤNG SỬ DỤNG GA LẠNH NANO $\text{TiO}_2\text{-R600a}$

PERFORMANCE OF A DOMESTIC REFRIGERATOR USING $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ NANO-REFRIGERANT AS WORKING FLUID

Vũ Đức Anh

Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng Hải Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu một thí nghiệm thực hiện với ga lạnh nano. Ga lạnh nano $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ đã được thử nghiệm sử dụng trong một tủ lạnh dân dụng mà không thay đổi kết cấu hệ thống. Đặc tính của tủ lạnh đã được khảo sát dựa trên đánh giá về tiêu thụ năng lượng và năng suất làm lạnh. Kết quả nhận được là ga lạnh nano $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ làm việc bình thường và an toàn trong tủ lạnh. Ngoài ra, các đặc tính của tủ lạnh tốt hơn so với khi sử dụng ga lạnh R600a nguyên chất, tiết kiệm 9,6% năng lượng với ga lạnh nano $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ nồng độ 0.5 g/L. Do đó, sử dụng ga lạnh nano $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ trong tủ lạnh dân dụng là hoàn toàn khả thi.

Abstract

In this work, an experimental work was investigated on the nano-refrigerant. $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ nano-refrigerants were used in a domestic refrigerator without any system reconstruction. The refrigerator performance was then investigated using energy consumption test and freeze capacity test. The results indicate that $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ nano-refrigerants work normally and safely in the refrigerator. The refrigerator performance was better than the pure R600a system, with 9.6% less energy used with 0.5 g/L $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ nano-refrigerant. Thus, using $\text{TiO}_2\text{-R600a}$ nano-refrigerant in domestic refrigerators is feasible.

1. Đặt vấn đề

Ga lạnh nano đã được đề xuất trên cơ sở khái niệm về chất lỏng nano, được điều chế bằng cách trộn các hạt nano và ga lạnh truyền thống. Có ba ưu điểm chính đối với ga lạnh nano được sử dụng trong tủ lạnh.

Đầu tiên, các hạt nano có thể tăng cường khả năng hòa tan giữa dầu bôi trơn và ga lạnh. Ví dụ, Bi SS [1] nhận thấy rằng các hạt nano TiO₂ có thể được sử dụng làm chất phụ gia để tăng cường khả năng hòa tan giữa dầu khoáng và hydrofluorocarbon (HFC). Các hệ thống làm lạnh sử dụng hỗn hợp R134a và dầu khoáng được bổ sung các hạt nano TiO₂, dường như cho hiệu suất tốt hơn bằng cách hồi lại dầu bôi trơn nhiều hơn cho máy nén và có hiệu suất tương tự so với các hệ thống sử dụng polyol-ester (POE) và R134a.

Thứ hai, làm tăng độ dẫn nhiệt và đặc tính truyền nhiệt của chất làm lạnh, điều này đã được chứng minh bởi rất nhiều nghiên cứu. Ví dụ, Wu và cộng sự. [3] đã nghiên cứu sự truyền nhiệt sôi của chất làm lạnh R600a trộn với hạt nano TiO₂ và kết quả chỉ ra rằng sự tăng cường truyền nhiệt đạt 20% khi nồng độ hạt 0,01 g/L. Ding GL [2] đã nghiên cứu khối lượng dịch chuyển của các hạt nano trong quá trình sôi của ga lạnh nano và hỗn hợp ga lạnh nano - dầu bôi trơn, và thấy rằng khối lượng dịch chuyển của các hạt nano và tỷ lệ dịch chuyển trong ga lạnh nano lớn hơn trong hỗn hợp ga lạnh nano – dầu bôi trơn.

Cuối cùng, các hạt nano phân tán trong dầu bôi trơn sẽ làm giảm hệ số ma sát và tốc độ mòn. Ding GL và cộng sự [2] đã nghiên cứu hệ số ma sát của dầu khoáng trộn với các hạt nano fullerene 0,1%, kết quả chỉ ra rằng hệ số ma sát giảm 90% so với chất bôi trơn thô, dẫn đến kết luận rằng hạt nano có thể cải thiện hiệu quả và độ tin cậy của máy nén.

Isobutane (R600a) ngày càng được sử dụng rộng rãi hơn trong máy làm lạnh trong nước vì hiệu suất năng lượng cao và thân thiện với môi trường. Trong bài báo này, một hệ thống kiểm tra tủ lạnh được xây dựng theo Tiêu chuẩn ISO, trong đó sử dụng một tủ lạnh dân dụng dùng ga R600a. Ga lạnh nano TiO₂-R600a được điều chế và sử dụng làm công chất làm việc. Đánh giá về tiêu thụ năng lượng và năng suất làm lạnh đã được tiến hành để so sánh hiệu suất của tủ lạnh với ga lạnh nano và ga lạnh nguyên chất để cung cấp dữ liệu cơ bản cho việc ứng dụng của các hạt nano trong hệ thống làm lạnh nói chung.

2. Thí nghiệm

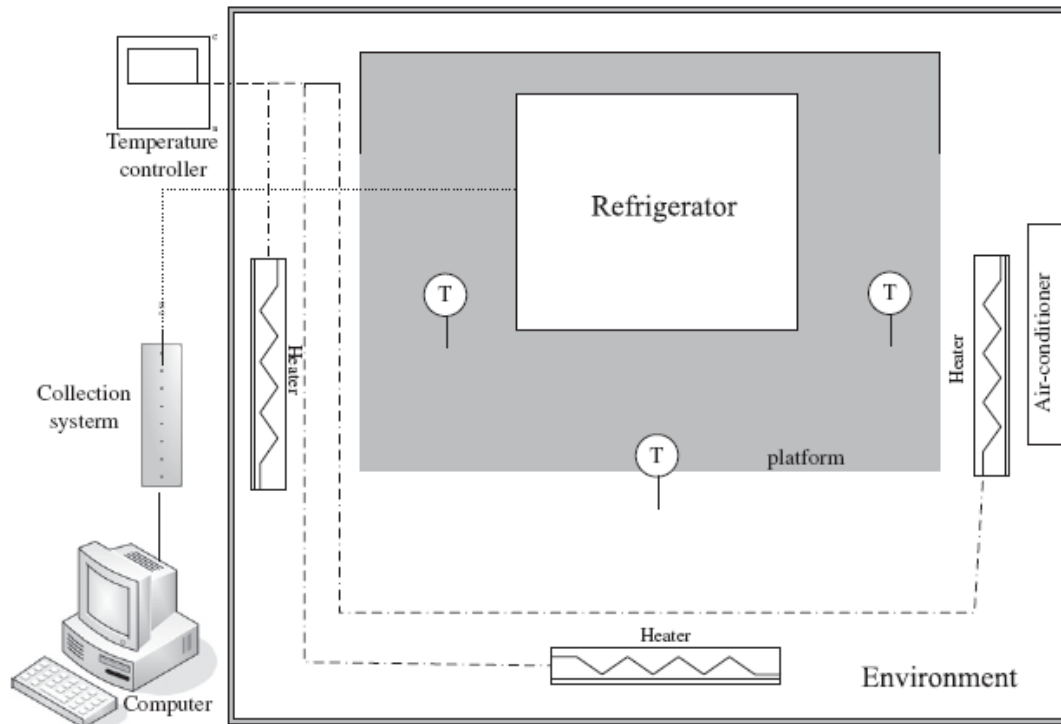
2.1. Sơ đồ thí nghiệm

Thiết bị thử nghiệm bao gồm 01 tủ lạnh dân dụng sử dụng ga lạnh R600a cùng hệ thống thu thập và xử lý dữ liệu được đặt trong môi trường thử nghiệm (**Hình 1**).

Tủ lạnh thử nghiệm là loại BCD-228GS / MS được sản xuất bởi Xinfai Electric Co. Ltd., là loại tủ lạnh hai cửa, nhiều chế độ. Các thông số kỹ thuật của tủ lạnh được thể hiện trong **Bảng 1**.

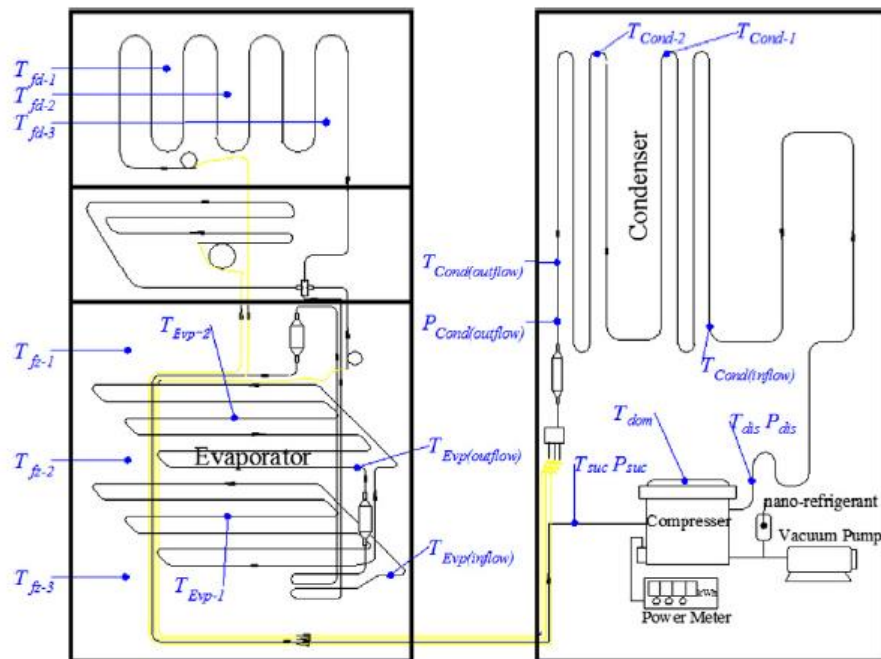
Bảng 1. Thông số kỹ thuật của tủ lạnh

Dung tích	228 L
Ga lạnh sử dụng	R600a
Khối lượng ga lạnh	60 g
Loại máy nén	Máy nén piston



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm

19 nhiệt kế điện trở và ba bộ chuyển đổi áp suất được đặt trong buồng lạnh, ngăn thực phẩm tươi sống và trên đường ống, được minh họa chi tiết trong **Hình 2**. Mức tiêu thụ điện của tủ lạnh được đo bằng một công tơ mét kỹ thuật số với độ chính xác là 1%.



Hình 2. Sơ đồ chi tiết các thiết bị thử nghiệm

2.2. Quy trình thực hiện thí nghiệm

Ga lạnh nano được điều chế theo phương pháp được khuyến nghị cho chất lỏng nano, các hạt nano được trộn vào ga lạnh và sau đó hỗn hợp được giữ rung bằng máy tạo dao động siêu âm để tách biệt các hạt nano. Độ tinh khiết của ga lạnh R600a được sử dụng trong các thử nghiệm cung cấp bởi Công ty Dupont, xấp xỉ 99,8%. Các hạt nano TiO_2 được cung cấp bởi Công ty TNHH Công nghệ nano Chiết Giang Hongsheng. Đường kính hạt trung bình khoảng 50nm và độ tinh khiết khối lượng khoảng 99,5%.

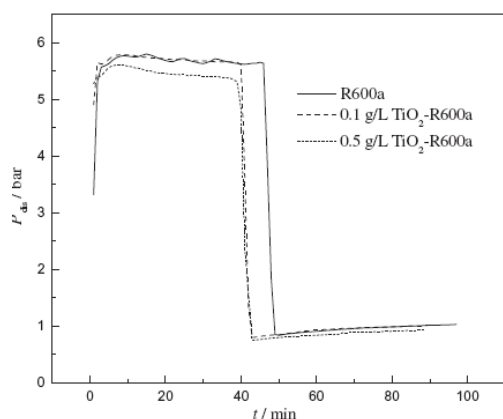
Quy trình thí nghiệm được tiến hành như sau.

(1) Trước tiên, một thử nghiệm về các tính năng được thực hiện cho hệ thống R600a nguyên chất. Các kết quả thí nghiệm được thiết lập để trở thành nguồn so sánh.

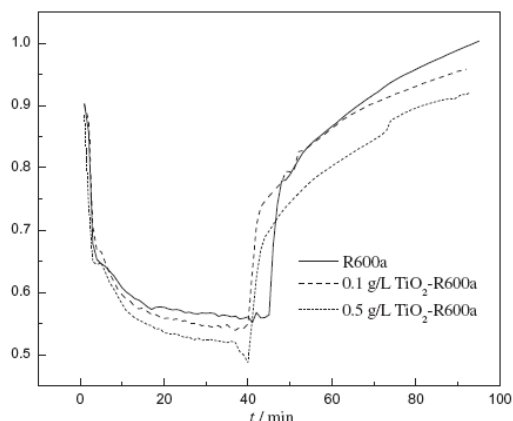
(2) Ga lạnh nano TiO_2 -R600a với các nồng độ khác nhau được đưa vào hệ thống làm lạnh và các thử nghiệm được tiến hành lại trong cùng điều kiện.

3. Kết quả thí nghiệm

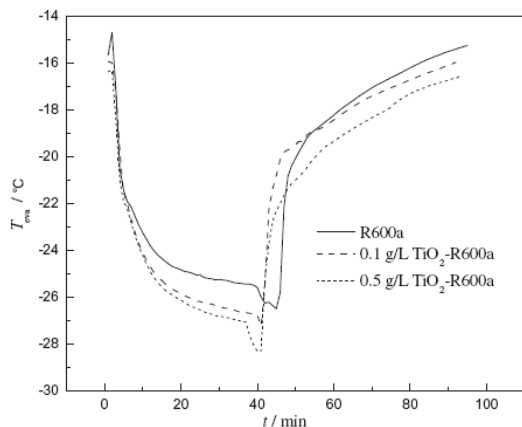
Hình 3 và 4 đã so sánh áp suất đẩy và áp suất hút của máy nén và áp suất hút trong một chu trình, cho thấy cả hai áp suất đều giảm đối với hệ thống sử dụng ga lạnh nano R600a, trong đó mức giảm lớn nhất tương ứng với nồng độ 0,5 g/L.



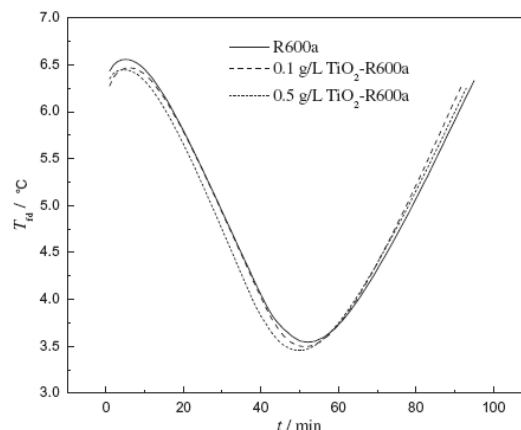
Hình 3. Áp suất đẩy của máy nén



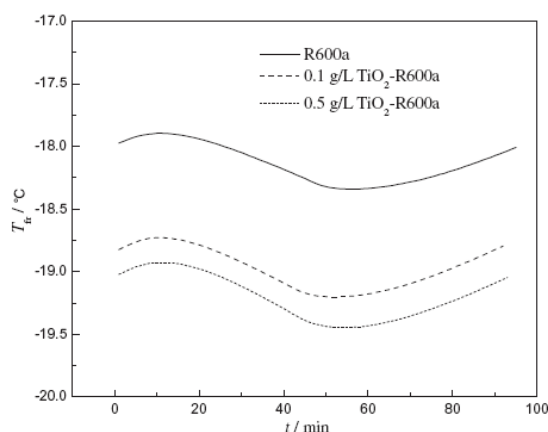
Hình 4. Áp suất hút của máy nén



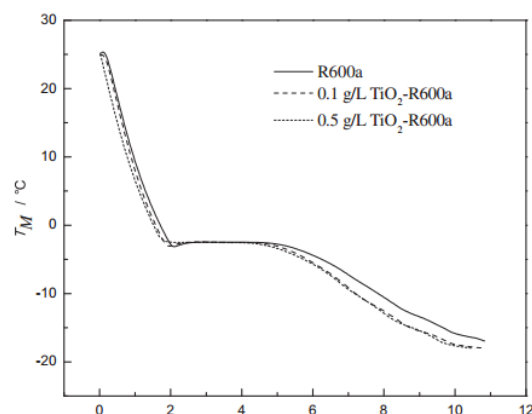
Hình 5. Nhiệt độ dàn bay hơi



Hình 6. Nhiệt độ ngăn thực phẩm tươi sống



Hình 7. Nhiệt độ ngăn thực phẩm đông lạnh



Hình 8. Tốc độ làm lạnh

Hình 5 – 7 lần lượt là các biểu đồ nhiệt độ bay hơi, nhiệt độ ngăn chứa thực phẩm tươi sống và nhiệt độ ngăn thực phẩm đông lạnh. Kết quả cho thấy nhiệt độ bay hơi đã giảm với ga lạnh nano, dẫn đến nhiệt độ ngăn chứa thực phẩm tươi sống và thực phẩm đông lạnh cũng thấp hơn.

Các kết quả tiêu thụ năng lượng được liệt kê trong **Bảng 2**. Mỗi thử nghiệm được chạy ít nhất 4-5 lần trong cùng một điều kiện để đảm bảo độ lặp lại. Tất cả các kết quả được trình bày ở đây có mức chênh lệch ít hơn 1% trong mức tiêu thụ năng lượng cho các thử nghiệm song song.

Bảng 2. Kết quả thử nghiệm tiêu thụ năng lượng

Nồng độ (g/L)	0	0.1	0.5
Tiêu thụ năng lượng (kWh)	0.9567	0.8999	0.8649
Tiết kiệm năng lượng (%)	/	5.94	9.60

Từ **Bảng 2**, mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống ga lạnh nano TiO₂-R600a thấp hơn so với R600a nguyên chất. Mức tiêu thụ năng lượng 0,8649 kWh/ngày là thấp nhất tương ứng với nồng độ hạt nano 0,5 g/L, thấp hơn 9,6% so với hệ thống R600a nguyên chất.

4. Kết luận

Trong bài báo này, ga lạnh nano TiO₂-R600a đã được sử dụng làm công chất làm việc trong tủ lạnh dân dụng. Kết quả chỉ ra rằng TiO₂-R600a có thể hoạt động bình thường và hiệu quả trong tủ lạnh. So sánh với tủ lạnh sử dụng R600a nguyên chất, ga lạnh nano TiO₂-R600a với nồng độ 0,1 và 0,5 g / L có thể tiết kiệm mức tiêu thụ năng lượng tương ứng 5,94% và 9,60% và tốc độ làm lạnh của hệ thống sử dụng ga lạnh nano nhanh hơn so với hệ thống R600a nguyên chất. Vì vậy, có thể chứng minh rằng hạt nano hoàn toàn có thể cải thiện hiệu suất của tủ lạnh dân dụng nói riêng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bi SS, Shi L. Experimental investigation of a refrigerator with a nanorefrigerant. J Tsinghua Univ(Sci Tech) (2015).
- [2]. Ding GL, Peng H, Jiang WT, et al. The migration characteristics of nanoparticles in the pool boiling process of nanorefrigerant and nanorefrigerant-oil mixture. Int J Refrig (2015).
- [3]. Wu XM, Li P, Li H, et al. Investigation of pool boiling heat transfer of R600a with TiO₂ nano-particle. J Eng Thermophys (2016).
- [4]. PGS.TS. Đinh Văn Thuận, PGS.TS. Võ Chí Chính, *Hệ thống máy và thiết bị lạnh*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật (2005)

TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ BỘ KẾT HỢP DẦU HIỆU QUẢ TRONG MÁY PHÂN LY DẦU NƯỚC TÀU THỦY

CALCULATE AND DESIGN AN EFFECTIVE COALESCER IN THE MARINE OILY-WATER SEPARATOR

Trần Hồng Hà

Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng Hải Việt Nam

Tóm tắt

Ô nhiễm dầu là một trong những ô nhiễm nghiêm trọng gây ảnh hưởng lớn đến môi trường biển. Theo Marpol 73/78 hàm lượng dầu trong nước thải ra không được vượt quá 15 ppm. Do vậy nước la canh trước khi xả xuống biển phải được xử lý dầu qua máy phân ly. Bàu kết hợp dầu là một chi tiết rất quan trọng trong máy phân ly dầu nước la canh, việc lựa chọn vật liệu và chế tạo bàu kết hợp là khâu rất quan trọng khi thiết kế hệ thống phân ly hiệu quả, bài báo giới thiệu phương pháp thiết kế bàu kết hợp và được thử nghiệm để phân ly dầu trong nước trên các tàu nhỏ, kết quả cho thấy hàm lượng dầu trong nước nhỏ hơn 15 ppm đạt yêu cầu của các TCVN và quốc tế.

Abstract

Oil pollution is one of most serious disaster, its effect on marine environment. In the Marpol 73/78 regulations, oil concentration in bilge water is not allowed over 15ppm. Therefore, bilge water must be treated before discharge overboard. Coalescer is an important part of oily water separator, material selection and coalescer design are important steps in making an effective oil separating system. The article introduces a method to design coalescer and experiments that carried on small ships. The results show that oil concentration in treated bilge water was smaller than 15ppm respect to requirements of Vietnam and international standards.

Key words: Separator, bilge water, coalesce.

1. Đặt vấn đề

Tại vùng biển của Việt Nam, mỗi ngày có hàng trăm ngàn tàu thuyền loại vừa và nhỏ xả một lượng lớn nước la canh nhiễm dầu ra môi trường không hề qua xử lý. Các sự cố tràn dầu trên biển luôn thu hút sự chú ý của các cơ quan quản lý và truyền thông. Tuy nhiên, nếu thống kê hàng năm chúng ta có thể nhận thấy, lượng dầu thoát ra môi trường từ các sự cố tràn dầu lại nhỏ hơn nhiều so với tổng lượng dầu thải ra từ hàng trăm ngàn tàu thuyền vừa và nhỏ. Thực trạng này đang gây tổn thất kinh tế lớn cho các vùng nuôi trồng thủy sản cũng như ảnh hưởng lâu dài tới hệ sinh thái và đa dạng sinh học biển, ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển bền vững biển Việt Nam.

Theo thiết kế của các nhà máy sản xuất, trong các máy phân ly dầu nước lực trọng trường được sử dụng để xử lý nước lẫn dầu trước khi sử dụng bộ kết hợp. Trong thiết bị này, sự khác nhau về tỷ trọng giữa hai chất lỏng làm cho việc phân tách trở nên dễ dàng hơn. Các hạt nổi lên hoặc chìm xuống bị hạn chế do các lực ma sát gây ra bởi độ nhớt của nước. Lực tách hạt dầu ra khỏi nước được gọi là lực phân ly Stock. Công thức tính vận tốc lắng được sử dụng theo công thức sau:

$$v_t = 1.78 \cdot 10^{-6} \frac{\Delta SG \cdot d^2}{\mu} \quad (1.1)$$

Trong đó:

v_t : vận tốc lắng;

d : đường kính hạt;

ΔSG : độ chênh về tỷ trọng giữa nước và dầu;

μ : độ nhớt động học, Cst;

Kích thước của bình phân ly chứa bàu kết hợp dựa vào các yếu tố: 1. Tốc độ lắng của hạt có kích thước nhỏ nhất; 2. Lực quán tính tác động lên hạt do vận tốc của hỗn hợp dầu-nước trong bình chứa. Để tách được các hạt dầu có kích thước tối thiểu khoảng 75-300 μm . Lực phân tách Stock kích thước của bình chứa phải đảm bảo dòng chảy tầng; dòng chảy rối là nguyên nhân hòa trộn trở

lại. Thời gian lưu lại phải đủ lâu theo yêu cầu, có thể mất 5, 10 hoặc 30 phút để phân tách tùy theo tính chất vật lý của dòng chảy. Các bộ kết hợp được sử dụng để tăng tốc độ kết hợp các hạt dầu nhỏ để hình thành các hạt có kích thước lớn hơn. Khi các hạt dầu tăng kích thước lớn hơn sẽ làm tăng lực nổi và yêu cầu thời gian lưu lại của dòng nước nhỏ hơn.

2. Tính toán lựa chọn vật liệu cho bộ kết hợp

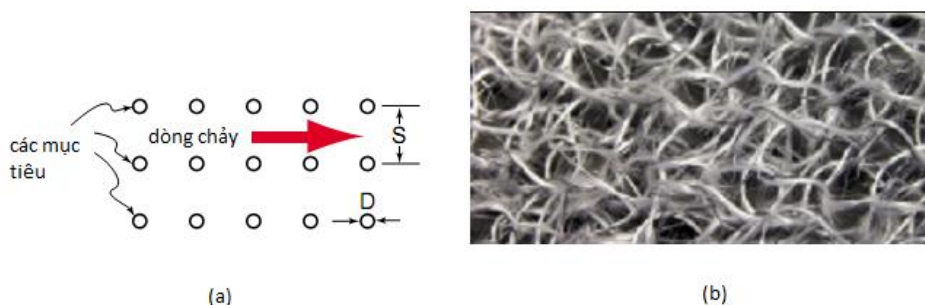
Trong bầu kết hợp hiệu quả bắt dính các hạt dầu có kích thước nhỏ chủ yếu do va chạm trực tiếp giữa hạt dầu và bầu kết hợp. Công thức sau có thể tính khả năng bắt dính các hạt dầu của một mục tiêu. Từ đó tính được chiều dài của phần tử kết hợp cần thiết để có thể kết hợp hoàn toàn được các hạt dầu có kích thước nhỏ:

$$\eta_D = \frac{E(1-\alpha)}{K} \frac{\left(\frac{d}{D}\right)^2}{1 + \frac{d}{D}} \quad (1.2)$$

Trong đó:

η_D : hiệu quả bắt dính của một mục tiêu đơn bằng va chạm trực tiếp; E: Hệ số chiều dài bắt dính hiệu quả; α : Hệ số thể tích; d: đường kính của hạt dầu; K: hệ số thủy động Kuwabara.

Hệ số thủy động của Kuwabara dùng để hiệu chỉnh hiệu suất bắt dính được giả thiết trong môi trường dòng chảy tầng và chất lỏng thực. Hệ số chiều dài bắt dính hiệu quả E là một hệ số thực nghiệm được đưa vào khi dòng chảy phân bố không đều do mục tiêu có biên dạng cong hoặc lỗi lõm như trong vật liệu bằng len hoặc bị chần bởi các khúc cong của mắt lưới bên và các sợi dây xoắn trong bó sợi làm bộ kết hợp. Trong hình 1.1 một bộ kết hợp lý tưởng làm bằng sợi thấy các dây sợi có E = 1 trong bộ kết hợp. Các sợi mảnh hơn tạo hiệu quả chần tốt hơn và có giá trị E nhỏ hơn.



Hình 1.1 Bộ kết hợp được sử dụng sợi

Đối với một bộ kết hợp hoạt động chủ yếu nhờ va chạm thực tế thì hiệu quả kết hợp có thể lên tới 99.9% các hạt dầu có kích thước nhỏ. Đối với các hạt dầu có kích thước nhỏ, thực nghiệm cho thấy khoảng một nửa đường kính của mục tiêu bắt dính hiệu quả có thể thay thế bằng công thức tính chiều dài hiệu quả L như sau:

$$L = \frac{\pi D(1-\alpha) \ln\left(1 - \sum \right)}{-4\eta_D \alpha} \quad (1.3)$$

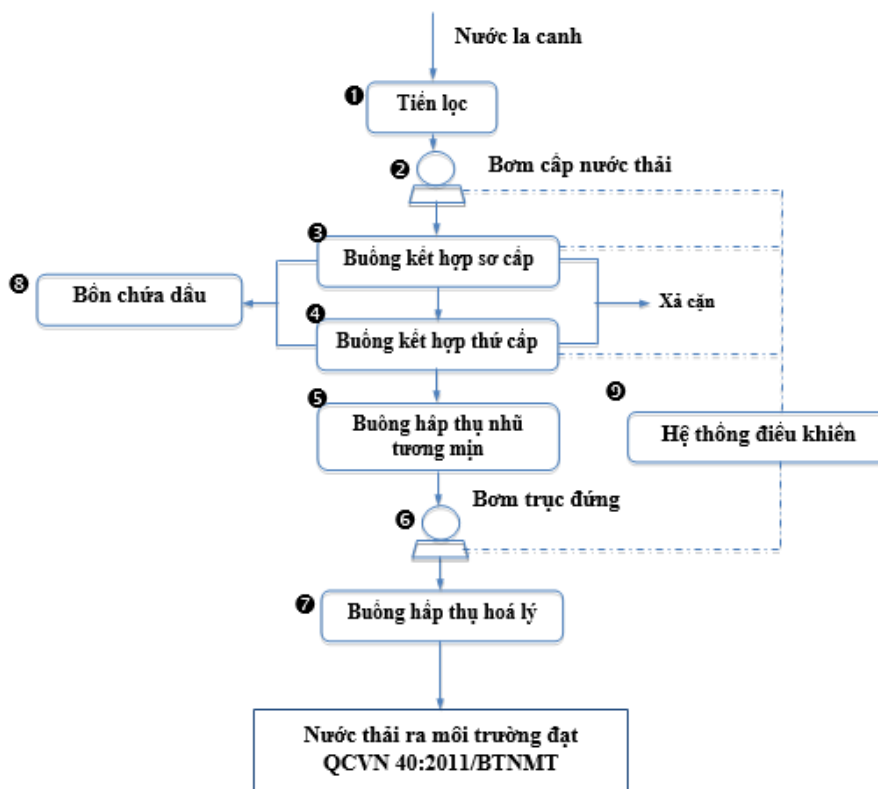
Trong đó:

Σ : Hiệu quả bắt dính do va chạm thực tế; L: Chiều dài của bộ kết hợp để kết hợp được toàn bộ các hạt có kích thước nhỏ.

Như trong hình 1.1 các bộ kết hợp làm việc theo nguyên lý va chạm trực tiếp làm bằng các sợi dây thép nhỏ hoặc các sợi nylon nhỏ. Các yếu tố sử dụng trong công thức trên thích hợp với các hạt dầu có kích thước nhỏ. Trong bó sợi các mắt bên chiếm 1/3 hệ số thể tích của bó sợi nhưng chỉ có

một vài phần trăm tạo ra bề mặt chắn do đó đối với mục đích bảo toàn, các hệ số đưa ra trong bảng không được tính đến hệ số khác.

3.3. Cấu tạo hệ thống xử lý



Hình 1.2 Sơ đồ cấu tạo hệ thống xử lý nước la canh đề xuất thiết kế

Hệ thống xử lý đề xuất có thiết kế nối tiếp một số modul tách dầu nước với khả năng tách dầu khỏi nước khác nhau, bao gồm hai modul tách dầu khỏi nước theo nguyên lý kết hợp, một modul tách dầu khỏi nước theo nguyên lý hấp thụ và một modul xử lý nước sau khi tách khỏi dầu theo nguyên lý kết hợp. Hình 1.2 là sơ đồ cấu tạo hệ thống xử lý đề xuất.

Cấu tạo và chức năng hoạt động các cấu kiện thiết bị như sau:

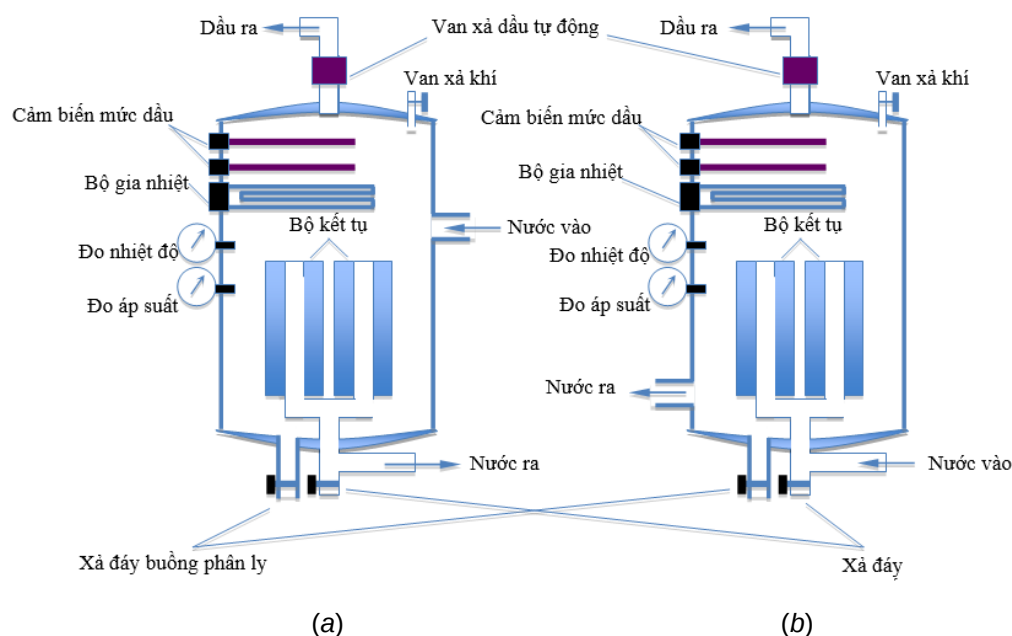
1. **Bộ lọc thô (tiền lọc):** sử dụng lọc tách rác, hạt rắn kích thước lớn, công suất thiết kế 1m³/giờ. Bộ lọc thô là dạng lọc lưới với kích thước mắt lưới 0,2 x 0,2mm.

2. **Bơm cấp nước thải** (bơm pittong trục ngang): Bơm chế tạo từ vật liệu thép đặc biệt chống được sự ăn mòn của nước biển, vận hành bằng mô tơ điện 3 pha. Bơm có chức năng hút nước lakanh từ bồn chứa qua bộ lọc thô và đẩy vào thiết bị tách dầu nước phía sau.

3. **Buồng kết hợp sơ cấp:** Chế tạo bằng thép các bon phủ sơn chống gỉ. Cấu trúc bên trong bao gồm buồng kết hợp và buồng chứa dầu được thiết kế lắp đặt theo chiều từ đáy lên đỉnh. Buồng được trang bị giám sát áp suất hoạt động, bộ phận gia nhiệt có điều khiển, van xả dầu tự động, các cảm biến dầu mức cao và mức thấp. Vật liệu chế tạo lõi kết hợp cho buồng kết hợp sơ cấp làm bằng sợi thủy tinh. Buồng kết hợp sơ cấp có chức năng tách dầu khỏi nước với đường kính giọt nhũ tương dầu cực đại cho phép tách trong dải 50-300µm.

Buồng kết hợp sơ cấp được chế tạo với 6 lớp lưới sợi thủy tinh, mỗi cuộn lưới kết hợp có chiều cao trụ 60cm, đường kính 20cm. Buồng kết hợp có đường kính 51,5cm và cao 1,2m.

4. *Buồng kết hợp thứ cấp*: Chế tạo bằng thép các bon phủ sơn chống gỉ. Kích thước tương tự kích thước buồng kết hợp sơ cấp. Các trang bị cấu kiện khác cũng tương tự buồng kết hợp sơ cấp, chỉ khác vật liệu chế tạo bộ kết hợp có kích thước mắt lưới nhỏ hơn và được chế tạo để có khả năng kết hợp giọt nhũ tương mịn hơn (kích thước nhỏ hơn) so với khả năng của buồng kết hợp sơ cấp. Vật liệu chế tạo lõi kết hợp cho buồng kết hợp thứ cấp là sợi thủy tinh đã biến tính bề mặt tương thích sức căng bề mặt của dầu, kích thước mắt lưới 1 x 1mm, đường kính giọt nhũ tương dầu cực đại cho phép tách 20 - 200 μ m.



Hình 1.3. Cấu tạo buồng kết hợp (a) sơ cấp và (b) thứ cấp

Buồng kết hợp thứ cấp cũng được chế tạo với 2 cuộn bộ kết hợp. Kích thước hai cuộn lưới bộ kết hợp và kích thước buồng kết hợp thứ cấp tương tự các chỉ số cấu tạo buồng kết hợp sơ cấp đã nêu trên. Hình 1.3 miêu tả cấu tạo 2 buồng kết hợp.

Với thiết kế của hai buồng kết hợp kể trên, kết quả thử nghiệm cho thấy nước lãcanh sau khi đi qua cả hai bộ kết hợp đã giảm được nồng độ dầu xuống dưới 30mg/l5. *Buồng hấp thụ nhũ tương mịn*: Vật liệu hấp thụ được sản xuất từ 100% sợi tái chế của ngành công nghiệp dệt, sợi vải có khả năng lọc dầu, váng dầu, các chất thải nhiễm dầu trong nước (bất kể nước ngọt hay nước mặn) và ở đây được sử dụng lọc tách phần nhũ tương dầu còn lại trong nước sau khi đi qua buồng kết hợp thứ cấp. Buồng chế tạo bằng thép không gỉ, công suất lọc thiết kế cho lưu lượng 1m³/giờ. Các tấm lọc hấp thụ nhũ tương dầu mịn có độ dày 5mm, độ xốp 92-96%, kích thước khe hở biểu kiến 100-140 μ m; đường kính giọt nhũ tương dầu cực đại cho phép tách 1-25 μ m.

Buồng hấp thụ nhũ tương mịn có cấu trúc gồm hai buồng dung tích tương đương kích thước 0,4m x 0,4m x 0,8m, một buồng chứa các tấm lọc và buồng còn lại chứa nước lọc sau khi hấp thụ nhũ tương dầu mịn. Trong buồng hấp thụ nhũ tương dầu mịn lắp 14 tấm lọc kích thước 0,4 x 0,4m (0,16m²). Tổng diện tích bộ lọc hấp thụ 2,24m².

Chỉ số kỹ thuật tấm lọc hấp thụ là đạt được khối lượng dầu hấp thụ tối đa gấp 20 lần khối lượng tấm lọc (khối lượng tấm lọc 0,43kg/m²). Như vậy khối lượng dầu tối đa 14 tấm lọc giữ được là 19,264kg. Đặt giả thiết các tấm lọc thực tế đạt được 80% khả năng hấp thụ dầu theo lý thuyết. Vậy khối lượng dầu giữ được sẽ là 15,41kg.

Các tấm lọc trong buồng hấp thụ được xếp chồng lên nhau, với đặc trưng của tấm lọc là sau khi tấm phía trên bão hoà dầu thì tấm phía dưới mới phát huy tác dụng hấp thụ. Vì thế khi cả 14 tấm lọc bão hoà dầu và đặt giả thiết nước thải dầu vào buồng hấp thụ nhũ tương mịn luôn ở mức nồng độ

độ dầu 30mg/l thì sẽ có 500m³ nước la canh được xử lý trước khi phải vệ sinh, bảo dưỡng tái sử dụng các tấm lọc.

3. Kết luận

Trên cơ sở mô hình đó, thiết kế và thử nghiệm bầu kết hợp trong máy phân ly dầu nước nhóm nghiên cứu rút ra kết luận sau:

Vật liệu sử dụng trong bầu kết hợp theo tính toán lý thuyết là loại sợi thủy tinh có thể kết hợp được các hạt dầu có đường kính nhỏ tới 4 μ m.

Hiệu quả của sự kết hợp là tăng cường khả năng va chạm giữa hạt dầu và vật liệu làm bộ kết hợp. Với các mẫu thử nghiệm hiệu quả phân ly có thể đạt tới, tương đương với lượng dầu được giảm xuống tới mức yêu cầu. Kết quả phân tích trung bình 5 mẫu nước thải sau xử lý cho thấy đã giảm nồng độ xuống dưới ngưỡng cho phép, đặc biệt là các thông số COD giảm 309 lần từ 8486mg/l xuống 27,4mg/l, tổng chất rắn lơ lửng giảm 13 lần từ 411mg/l xuống 31mg/l; tổng dầu mỡ khoáng giảm 187 lần từ 437mg/l xuống 2,34mg/l.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Kết quả nghiên cứu của viện kỹ thuật Hải Quân về máy phân ly dầu nước.

[2] Liquid-liquid coalescers design manual, ACS industries, ACS separations and mass transfer products, LP Houston, Texas, U.S.A, www.acssseparations.com.

PNEUMATIC SILENCER

Nguyễn Tuấn Anh

VIMARU, Marine Engineering Faculty, Power Fluid & Automation Division

Email: anhnt.mtb@vimaru.edu.vn

Abstract

Pneumatic silencers can be applied in many applications. Applications which operate pneumatics at a high frequency and produce a large amount of noise are well suited for pneumatic silencers. The application examples below commonly use pneumatic silencers.

Robotics: *Robotics frequently use pneumatics to control movement or perform work on a load. A robotic arm for example, uses pneumatics to control its motion. Switching on or off pneumatic valves will control movement of the arm. Robotics are commonly used in conjunction with workers, so controlling the exhaust noise is important.*

Packaging: *Pneumatics are often used on packaging machines to drive motion. A sorting machine will often divert product based on a signal from an industrial controller. The signal from the controller is used to activate a pneumatic device. Due to the high rate at which packaging machines operate and the high volume of workers that are typically surrounding these machines, pneumatic silencer would be well suited for packaging machines.*

Fence Production Machinery: *Machines that produce rolls of fence often include pneumatic cylinders to cut fencing as it is woven into rolls. An operator is constantly working alongside fence production machinery to ensure the rolls of fence are according to specification. To protect operators from damaging noise a pneumatic silencer is an ideal solution to reduce noise from the constantly operated machinery.*

Keyword: *Pneumatic, Silencers, Pneumatic silencers*

1. Introduction about Pneumatic silencers

A pneumatic silencer is used to vent pressurized air to the atmosphere. They are commonly installed on pneumatic 5/2-way solenoid valves, pneumatic cylinders, or fittings. Depending on the flow and pressure of the air coming out of the exhaust port, the pneumatic air exiting the device could produce noise that is potentially harmful to workers in the surrounding environment or cause noise

issues in the application (theatre applications). In addition to noise, the exhaust air may emit contaminants during operation. Using a silencer exhaust cleaner can prevent harmful contaminants from entering the environment. Standards defined by organizations such as OSHA (Occupational Health and Environmental Control Agency) are enforced by governments to help protect workers from harmful noise and contaminant exposure. Figure 1 shows examples of common pneumatic silencers.



Figure 1: Pneumatic silencer examples

Pneumatic air silencers, also commonly called pneumatic mufflers, are a cost-effective and simple solution to reduce noise level and unwanted discharge of contaminants from pneumatics. Silencers can also include adjustable throttle valves to control the flow rate of air as it exits the silencer. Flow rate control with a silencer throttle valve can be useful to control the speed of a driving device and works similar to a needle valve. For example, pneumatic cylinders are commonly equipped with a throttle valve to control the piston actuation and/or retraction speed.

2. How do pneumatic silencers work?

A Pneumatic silencer's function is to vent pressurized air after it has performed work at a safe noise level and to prevent contaminants from exiting (if it is combined with a filter). Excessive noise may be produced as the pressurized air is released to the environment. Noise is the result of turbulent air which is produced when the fast-moving air released from the vent collides with the static air of the environment. Typically, silencers are installed directly at the exhaust port of a valve and diffuse the released air through a larger surface area which reduces turbulence and thus decreases noise levels. Pneumatic exhaust silencers are commonly designed with a porous material to increase the surface area of the exhaust port which it covers. They can also be installed on hoses.

3. Design

Pneumatic silencers are designed in differing shapes depending on the application. Application specifications that influence design are housing materials, working temperature ranges, working pressure range, and connection options. Additionally, silencers can be specified with a filter to prevent contaminants (i.e. oil) from being discharged into the atmosphere (see section silencer exhaust cleaner). The two most common design styles are cone (Figure 2 left) and flat shaped silencers (Figure 2 right).



Figure 2: Cone silencer (left) and flat silencer (right)

4. Specifications

4.1. Material

Silencer housing material should be selected according to application. Housing material will influence the silencer strength, environment compatibility, pressure range, and temperature range. The housing material should be considered carefully during selection. The most common housing materials are sintered brass, sintered plastic, and stainless steel.

Sintered brass

Sintered brass is a lower cost option for a durable metal housing. An example of a sintered brass silencer is shown in Figure 3. This material is suitable for non-corrosive and neutral environments.



Figure 3: Sintered brass silencer

Sintered plastic

Sintered plastic is low cost, light weight and offers high chemical resistance with higher noise reduction compared to metal materials. An example of a sintered plastic silencer is shown in Figure 4. This material is suitable for corrosive environments.



Figure 4: Sintered plastic silencer

Stainless steel

Stainless steel is an excellent choice for applications which require corrosion protection, durability, and/or operating in a sterile environment. An example of a stainless steel silencer is shown in Figure 5. Stainless steel is commonly used in food or pharmaceutical applications. Stainless steel is generally more expensive than bronze or plastic silencers.



Figure 5: Stainless steel silencer

4.2. Temperature

Silencers are suitable for high or low temperature applications. Material should be specified appropriately, especially in extreme temperatures. During selection, ensure the silencer material can operate correctly across the entire operating temperature range of the application.

4.3. Pressure

Pneumatic silencers are specified with an operating pressure. The silencer should be selected in accordance with the correct operating pressure to ensure optimal noise reduction and reduce premature failure. The surface area of the silencer is dependent on housing material and shape. Surface area will impact the overall size, mechanical strength, and noise reduction of the silencer. Additionally, the resulting back pressure during operation will prevent proper machine operation if not selected correctly.

4.4. Connection type

Pneumatic silencers are connected to ports using a threaded male end. The port could be on a pneumatic solenoid valve (5/2-way for example), pneumatic cylinder, etc. Common thread standards used are NPT (National American Pipe Thread), BSP (British Standard Pipe), or metric (ISO standards). Using a push-in silencer allows it to be easily moved from one device, or hose, to another.

4.5. Pneumatic silencer symbol

The pneumatic silencer symbol seen in schematics is shown in Figure 6.



Figure 6: Pneumatic silencer symbol

4.6. Pneumatic silencer throttle valve

Throttle valves are commonly included with silencers and are commonly just called adjustable pneumatic silencers or flow control silencers. Adjustable pneumatic silencers are an inexpensive method for pneumatic flow control to control the speed at which air exits the valve. For example, by controlling the exhaust speed of a pneumatic cylinder you can control how quickly the piston is able to extend and/or retract. The flow rate of air is typically adjusted by rotating a knob to change the flow speed, like a needle valve. The position of the screw will increase or decrease the size of the valve orifice and thus adjust the flowrate of the air exiting the valve. Figure 7 shows an example of a throttle valve.



Figure 7: Throttle valve examples

4.7. Pneumatic silencer throttle valve symbol

The pneumatic throttle valve symbol seen in schematics is shown in Figure 8.

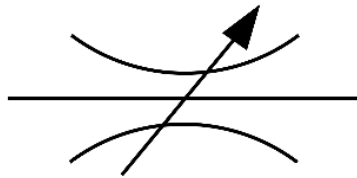


Figure 8: Pneumatic throttle valve symbol

4.8. Pneumatic silencer exhaust cleaner

Silencers can also contain a filter to remove oil mist and dust in the exhaust air from entering the environment. These are important if the pneumatic air is dirty or toxic to allow you to protect the environment, workers, and/or applications if working in a sterile environment. Figure 9 shows an example of a silencer exhaust cleaner.



Figure 9: Silencer exhaust cleaner

4.9. Pneumatic silencer exhaust cleaner symbol

The silencer exhaust cleaner symbol seen in schematics is shown in Figure 10.

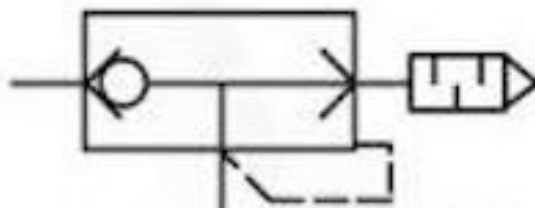


Figure 10: Silencer exhaust cleaner symbol

5. Industry standards

To protect workers from exposure to harmful noise and toxic substances levels, organizations and governments define standards for machine manufacturers. Pneumatic silencers are commonly certified to the following standards:

- Pressure Equipment Directive (PED) - 2014/68/EC
- Restriction of Hazardous Substances (RoHS) - 2002/95/EC
- Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH) - EC No 1907/2006
- EC Noise Directive - 2003/10/EC
- Occupational Health and Environmental Control - 1910.95(b)

REFERENCE

- [1] <https://tameson.com>
 [2] <https://www.ebookbkmt.com>

HỒI DẦU TRONG HỆ THỐNG LẠNH

OIL RETURN CHARACTERISTIC IN REFRIGERATION SYSTEM

Vũ Anh Tuấn

Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Khả năng hồi dầu về các-te máy nén ảnh hưởng rất nhiều tới hoạt động của máy nén trong hệ thống lạnh. Lượng dầu bôi trơn hồi về máy nén phụ thuộc vào một số yếu tố như cặp dầu-ga lạnh, tốc độ ga lưu động trong đường ống và cách bố trí thiết kế hệ thống đường ống. Ngoài ra, khả năng hồi dầu còn phụ thuộc vào một số yếu tố khai thác sẽ được đề cập tới trong bài báo này.

Abstract

Oil return from evaporator to compressor cancase is critical requirement affected by the refrigerant – lubricant properties, gas velocity and piping geometries. Beside this, some operating conditions also affect the oil return characteristic in refrigeration system.

I. NỘI DUNG

Để tăng khả năng hoạt động tin cậy, an toàn cho hệ thống lạnh, vấn đề bôi trơn được đặc biệt quan tâm. Dầu bôi trơn dùng cho hệ thống lạnh sử dụng ga lạnh CFC và HCFC như R12, R22 hay R502 thường là loại MO (Mineral oil) dầu khoáng, dầu AB (alkyl benzene), còn các loại ga HFC như R134a, R410a, R404a,... sử dụng dầu bôi trơn loại POE (Polyol ester) [2]. Bài báo đề cập tới hệ thống kho lạnh có một buồng lạnh, trang bị một máy nén. Ứng với mỗi cặp dầu – ga lạnh, khả năng hồi dầu còn phụ thuộc vào các yếu tố khác như số lần phá băng trong ngày, lượng ga nạp trong hệ thống, nhiệt độ ngưng tụ tại bầu ngưng, nhiệt độ sôi của ga trong dàn bay hơi và phụ tải nhiệt của hệ thống.

1. Mức dầu trong cacte máy nén

Tùy theo cặp ga dầu mà mức dầu trong cacte máy nén có thể khác nhau nhưng nhìn chung mức dầu đều có biến động chung. Trước phá băng dàn bay hơi, mức dầu trong cacte là nhỏ nhất sau đó tăng dần lên trong thời gian phá băng. Khi phá băng kết thúc, mức dầu giảm nhanh rồi tăng dần tới mức cao nhất. Sau đó, mức dầu giảm dần cho tới lần phá băng kế tiếp.

Biến động mức dầu có thể giải thích như sau: Khi bắt đầu phá băng, máy nén khi đó đã dừng, không còn dầu hồi về cửa hút máy nén, lượng dầu tại các vị trí bôi trơn chảy xuống cacte làm mức dầu tăng lên. Kết thúc phá băng, máy nén chạy trở lại, một lượng dầu lớn được bơm dầu lại bởi trục khuỷu đẩy vào hệ thống bôi trơn làm mức dầu giảm. Tiếp theo đó, lượng dầu hồi về từ phía cửa hút máy nén làm mức dầu tăng lên và đạt mức cao nhất. Lượng dầu hồi giảm dần làm mức dầu giảm và đạt mức nhỏ nhất cho tới khi quá trình phá băng kết tiếp.

2. Dầu hồi về máy nén

Lượng dầu hồi về máy nén ảnh hưởng lớn tới mức dầu tại cacte máy nén. Lượng dầu hồi của các cặp ga dầu HFC/POE như ga 404a/POE tốt hơn cặp ga dầu HCFC/MO hay cặp ga dầu HFC/MO trong cùng điều kiện hoạt động. Mức dầu trong cacte tại thời điểm trước phá băng được coi là tiêu chí đánh giá quan trọng nhất về khả năng hồi dầu trong hệ thống. Nhiều nghiên cứu cũng chứng tỏ rằng, cùng một hệ thống sử dụng ga HFC, khi dùng dầu khoáng với một lượng dầu lớn hơn so với dầu POE, khả năng hồi dầu của dầu khoáng vẫn thấp hơn do có lượng lớn dầu khoáng tồn tại trong hệ thống mà không trở về cacte máy nén.

Tác động của nhiệt độ bay hơi đến độ hòa tan ga dầu và độ nhớt động lực học từ đó ảnh hưởng lớn tới khả năng hồi dầu. Ở áp suất sôi như nhau trong dàn bay hơi, cặp ga dầu HFC/POE có độ hòa tan tốt hơn cặp HFC/MO nhưng kém hơn so với cặp HCFC/MO. Cũng ở cùng điều kiện, cặp ga dầu HFC/POE có độ nhớt động lực học thấp hơn hai cặp còn lại là HCFC/MO và HFC/MO.

Do nhiệt độ dàn bay hơi và đường ống hút thấp, độ nhớt của dầu khoáng lớn hơn dầu POE nên trong ống dàn bay hơi và ống hút hình thành lớp dầu dày hơn, điều này tương ứng với lượng dầu mắc kẹt trong hệ thống nhiều hơn so với dầu POE. Hệ thống dùng dầu khoáng sẽ phải nạp một lượng dầu lớn hơn so với dầu POE. Nếu lượng dầu nạp vào hệ thống không đủ, mức dầu trong cacte thiếu ảnh hưởng tới lượng dầu cấp cho bơm dầu, tới lượng dầu tới các vị trí bôi trơn, làm áp suất dầu bôi trơn giảm. Áp suất dầu bôi trơn giảm có thể dẫn tới báo động áp suất dầu thấp, máy nén dừng và ảnh hưởng tới quá trình làm lạnh của hệ thống.

3. Tần số phá băng dàn bay hơi

Tần số phá băng ảnh hưởng tới lượng dầu hồi về cacte máy nén. Tần số phá băng càng lớn, dầu hồi về máy nén càng nhiều và ngược lại. Sau mỗi lần phá băng, lượng dầu hồi về máy nén nhiều hơn sau thời gian máy nén nghỉ chờ phá băng. Điều này được giải thích là do ảnh hưởng của nhiệt độ phá băng tới dàn bay hơi và dầu trong dàn bay hơi, tốc độ hồi ga sau mỗi lần phá băng sẽ tăng lên đáng kể so với trước khi phá băng. Như vậy, số lần phá băng trong một ngày càng nhiều thì lượng dầu hồi về máy nén càng nhiều. Tuy nhiên, số lần phá băng càng nhiều làm ảnh hưởng xấu tới việc làm lạnh và làm giảm hiệu suất làm lạnh của hệ thống.[1].

4. Lượng ga nạp vào trong hệ thống

Lượng ga nạp vào trong hệ thống càng nhiều, đặc biệt với cặp ga dầu HFC/MO, càng ảnh hưởng không tốt tới việc hồi dầu. Lượng ga thừa trong hệ thống sẽ được chứa trong bầu ngưng. Với cặp ga dầu hòa tan tốt với nhau, lượng ga còn nhiều trong bầu ngưng khi hệ thống hoạt động đồng nghĩa với lượng dầu trong hệ thống cũng nhiều và lượng dầu hồi về máy nén sẽ ít đi. Còn đối với cặp ga dầu hòa tan ít với nhau, dầu nhẹ hơn ga lỏng trong bầu ngưng sẽ nổi lên trên và rất khó để có thể đi tiếp về hồi về máy nén.

5. Phụ tải nhiệt của hệ thống

Hệ thống có phụ tải nhiệt lớn hơn đem lại khả năng hồi dầu lớn hơn ứng với cùng cặp ga dầu và điều kiện hoạt động. Phụ tải nhiệt càng lớn, tốc độ hồi ga trong hệ thống càng lớn và làm tăng khả năng hồi dầu về máy nén.

6. Nhiệt độ ngưng tụ tại bầu ngưng

Nhiệt độ ngưng tụ tại bầu ngưng càng cao càng làm mức dầu trong cacte máy nén giảm. Khi nhiệt độ ngưng tụ cao, nhiệt độ đẩy của máy nén cao, độ nhớt của dầu trong máy nén giảm, lượng dầu từ máy nén đi cùng hơi ga ra khỏi máy nén vào đường ống đẩy lớn và làm giảm mức dầu có trong cacte máy nén.

7. Nhiệt độ bay hơi tại dàn bay hơi

Nhiệt độ bay hơi của ga trong dàn bay hơi càng cao, khả năng hồi dầu về máy nén càng tốt. Khi nhiệt độ dàn bay hơi càng cao, độ nhớt của dầu trong dàn bay hơi càng thấp, dầu di chuyển càng dễ dàng hơn giúp cho việc hồi dầu trở nên thuận lợi hơn.

Khả năng hồi dầu ảnh hưởng nhiều tới hệ số truyền nhiệt của dàn bay hơi và từ đó ảnh hưởng tới công suất của dàn bay hơi. Lượng dầu tồn tại trong dàn bay hơi càng nhiều, năng suất truyền nhiệt của dàn bay hơi càng giảm và ngược lại.

II. KẾT LUẬN

Khả năng hồi dầu ứng với mỗi hệ thống nhất định phụ thuộc nhiều vào cặp ga dầu dùng trong hệ thống. Hệ thống dùng ga HFC nên dùng dầu POE để có được đặc tính hồi dầu tối ưu nhất. Bên cạnh đó, số lần phá băng trong ngày hợp lý, lượng ga phù hợp không quá nhiều và một số yếu tố khai thác cần lưu ý để tạo điều kiện cho dầu hồi về máy nén.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K.K Fung, S. G. Sandaresan, *Study of Oil Return Characteristics in a Display Case Refrigeration System*, 1994.
[2] Roger Tuomas, *Properties of Oil and Refrigerant Mixtures*, Luleå University of Technology, 2006.

PHƯƠNG PHÁP ĐO TẢI TRỌNG TÁC DỤNG TRÊN GỐI ĐỠ HỆ TRỤC SHAFT JACK UP TEST

Trương Tiến Phát

Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Bài viết giới thiệu và đặt vấn đề về việc kiểm tra tải trọng tác dụng trên gối đỡ hệ trục tàu thủy để giảm thiểu rung động, tăng tuổi thọ và giảm chi phí vận hành của hệ trục tàu thủy trong quá trình khai thác.

Abstract

The article introduces and questions about shaft jack up test to reduce undesirable vibrations, Increase shafting life and lower operating costs during operation.

Key words: GAP, SAG, Shaft alignment, jack up, reaction, bearing.

1. Đặt vấn đề

Căn chỉnh hệ trục là một vấn đề quan trọng trên tàu, đặc biệt là trên các tàu lớn như tàu chở hàng rời, tàu chở dầu, tàu chở container và tàu chở khí hóa lỏng. Bất kỳ sai sót nào trong việc căn chỉnh hệ trục tàu thủy có thể dẫn tới các rung động không mong muốn và chi phí vận hành cao hơn. Điều này có thể dẫn tới các hư hỏng của bạc trục chong chóng, hệ thống động lực, máy chính và cuối cùng là hộp số.

Phương pháp đo tải trọng gối đỡ hệ trục cho phép chúng ta xác định được phản lực tác động thực tế trên các gối đỡ và xác định được các hệ số ảnh hưởng của chúng. Xác định tải trọng các gối đỡ trục trung gian, gối đỡ trước và sau của trục hộp giảm tốc luôn ảnh hưởng tới việc định tâm hệ trục.

Quy trình kiểm tra tải trọng gối đỡ bằng phương pháp jack up có một số hạn chế:

- Phương pháp này chỉ kiểm tra được những gì đang xảy ra với gối đỡ trục trung gian và khớp nối của động cơ. Nhưng những gì chúng ta thực sự quan tâm đến là tải trọng gối đỡ của trục chong chóng. Cụ thể hơn, phương pháp này không chỉ ra cho chúng ta thấy sự phân bố của tải trọng trên gối đỡ phía sau của trục chong chóng.
- Phương pháp này kiểm tra trên điều kiện tĩnh (hệ trục đang không hoạt động).
- Đo tải trọng gối đỡ bằng kích nâng bị giới hạn bởi 3 điều kiện: tàu đang ở trong dock, hệ trục ở trạng thái nguội và chiều chìm nhỏ, và một điều kiện với động cơ ở trạng thái nóng.
- Do sai số đo và hiệu ứng độ trễ, nên phương pháp đo này không chính xác và không thể lặp lại.

2. Mục đích

Mục đích của việc đo tải trọng trên các gối trục là kiểm tra giữa kết quả thực tế và kết quả tính toán. Thông thường người ta cho phép sai số đến 20%, vượt quá giá trị này người ta có thể dùng biện pháp để điều chỉnh.

3. Các gối cần kiểm tra

Việc đo phản lực gối thường được xác định cho các gối sau:

- + Bạc trước của trục chân vịt (Forward stern tube bearing)
- + Các bạc trục trung gian (Intermediate shaft bearings)
- + Bạc trục khuỷu sát bánh đà nhất (Aftmost main bearing)
- + Các bạc liền kề bạc sát bánh đà nhất

4. Các phương pháp kiểm tra

Việc đo phản lực gối có thể được tiến hành theo hai phương pháp sau:

- + Đo tải trọng tác dụng trên gối bằng phương pháp kích thủy lực.
- + Đo tải trọng tác dụng trên gối bằng phương pháp đo biến dạng.

5. Đo tải trọng tác dụng trên gối bằng kích thủy lực.

Đây là phương pháp xác định phản lực trên gối một cách trực tiếp. Do đây là phương pháp đơn giản nên được sử dụng rộng rãi. Bản chất của phương pháp là chuyển toàn bộ tải của gối sang kích thủy lực, qua đó có thể tính tải của gối thông qua việc tính tải của kích.

Khi sử dụng phương pháp này, Phản lực gối được xác định như sau:

$$R = P \times C \times A \times 1/982 \quad (\text{tons})$$

Trong đó:

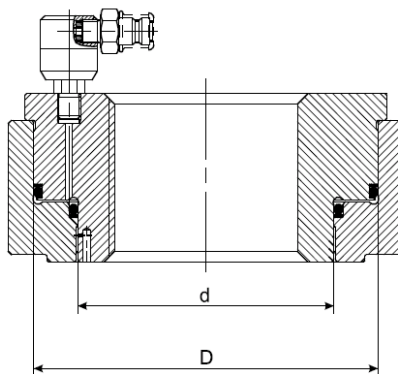
R: Phản lực của gối (Ton- T), 1 ton = 9820N

P: áp lực của kích thủy lực (Bar) 1 bar = 100.000N/m²

C: Hệ số hiệu chỉnh (Hệ số sinh ra do vị trí đặt kích không trùng tâm gối)

A: Diện tích áp lực của kích (cm²)

A được tính phụ thuộc vào đặc trưng hình học của kích thủy lực sử dụng.



Hình 5.1. Kích chuyên dụng

Thường sử dụng hai loại kích sau: Kích chuyên dụng để nâng trục khuỷu khi tháo bạc trục; Kích đa năng.

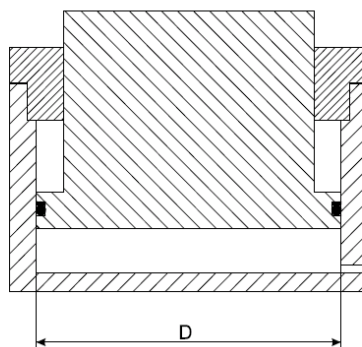
Kích chuyên dụng thường dùng để đo cho các bạc ME

Kích đa năng thường dùng để đo cho các bậc của hệ trục (Bậc trung gian và bậc trước trục chân vịt)

Nên dùng kích có diện tích mặt đỉnh nhỏ hơn diện tích bề mặt cổ trục cần đo.

Trường hợp dùng kích chuyên dụng A được tính theo công thức sau:

$$A = (D_2 - d_2) \times \pi / 4$$



Hình 5.2. Kích đa năng

Trường hợp dùng kích đa năng A được tính theo công thức sau:

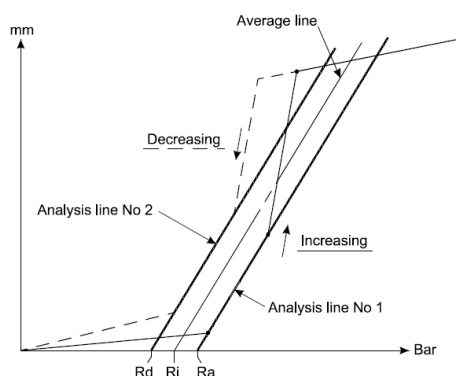
$$A = D_2 \times \pi / 4$$

Do ma sát tồn tại trong kích thuỷ lực nên với cùng một giá trị dịch chuyển thì khi nâng và hạ kích áp lực trên đồng hồ sẽ khác nhau, đường cong nâng luôn nằm dưới đường cong hạ.

Do vậy người ta xây dựng hai đường cong nâng và hạ và lấy đường cong nằm giữa hai đường này làm đường biểu diễn quan hệ áp lực- dịch chuyển.

Để xây dựng được đường cong quan hệ trên, người ta nâng dần áp lực của kích thuỷ lực lên từng bậc khoảng từ 10-50 bar, thông thường lấy khoảng cách bậc = 20 bar. Với mỗi giá trị áp lực sẽ có một giá trị dịch chuyển tương ứng. Để cho chính xác số giá trị này càng nhiều càng tốt, ít nhất là khoảng 15 bậc.

Về nguyên tắc quan hệ giữa áp lực- dịch chuyển là tuyến tính, vì thế từ đường cong thu được người ta xây dựng đường thẳng dốc tương ứng theo phương pháp tiệm cận (tuyến tính hoá).



Hình 5.3. Đồ thị đo tải trọng gối đỡ bằng kích thuỷ lực

Đường thẳng No1 là đường thẳng thu được khi ta tuyến tính hoá đường cong nâng.

Đường thẳng No 2 là đường thẳng thu được khi ta tuyến tính hoá đường cong hạ.

Đường thẳng song song và chính giữa hai đường thẳng No1 và No2 là đường thẳng biểu diễn quan hệ áp lực- dịch chuyển thực tế.

Ra: Phản lực tác dụng lên kích khi độ nâng = 0mm thu được từ đường cong nâng

Ra: Phản lực tác dụng lên kích khi độ nâng = 0mm thu được từ đường cong hạ

Phản lực thực tế tác dụng lên kích $R_j = 0,5 (R_a + R_d)$

Phản lực thực tế tác dụng lên bạc $R = C \times R_j$

Hệ số hiệu chỉnh C để hiệu chỉnh sai khác sinh ra do vị trí đặt kích không thể đặt trực tiếp dưới vị trí của bạc mà phải đặt tại vị trí gần đó.

Hệ số hiệu chỉnh C được cho trong bảng tính định tâm tương ứng với vị trí đặt kích cụ thể.

Đối với các bạc của ME của MAN- B&W có thể sơ bộ dùng giá trị C cho các trường hợp sau:

Đối với bạc trục khuỷu sau cùng, kích đặt dưới bánh đà $C = 1,3$

Đối với hai bạc sát bạc sau cùng $C = 0,9$

Các bạc trục phải căn cứ vào bảng tính định tâm hệ trục.

6. Đo tải trọng tác dụng trên gối bằng phương pháp biến dạng

(a) Ưu điểm :

- Có thể xác định các thông tin trên gối không cần đo bằng kích nâng.
- Sau mỗi lần đo quá trình lặp lại rất nhanh.
- Xác định được các số liệu về tải theo phương thẳng đứng và quay lệch tâm của trục.
- Có thể xác định cùng một lúc nhiều thông tin.

(b) Nhược điểm:

- Cần có một thời gian tương đối dài để lắp đặt thiết bị khi thực hiện đo lần đầu.
- Độ chính xác của kết quả đo phụ thuộc vào mô hình hệ thống.
- Yêu cầu thiết bị phức tạp và đắt tiền.

(c) Phương pháp kỹ thuật đo mômen uốn (M) của trục được xây dựng trên mối quan hệ cơ bản sau:

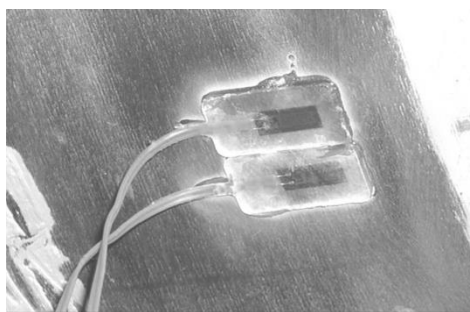
$$M = \varepsilon \cdot E \cdot W$$

Trong đó:

E - Môđun đàn hồi chống uốn của vật liệu;

ε - ứng suất uốn;

W - Mômen quán tính của mặt cắt trục.



Hình 6.1. Lắp thiết bị đo tải trọng gối đỡ bằng phương pháp đo biến dạng

7. Kết luận

Bài viết đã giới thiệu về việc các phương pháp đo tải trọng gối đỡ của hệ trục tàu thủy và động cơ diesel hiện nay trên thế giới, cũng như giới thiệu về các ưu nhược điểm của mỗi phương pháp. Bài báo sẽ là tiền đề cho việc kiểm tra lắp đặt, định tâm hệ trục tàu theo phương pháp tải trọng gối đỡ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Selutrenco. Sửa chữa và lắp ráp hệ thống động lực tàu thủy. Nhà xuất bản Leningrat – 1974.
- [2] Nguyễn Đăng Cường, Hà Tôn . Lắp ráp và sửa chữa thiết bị tàu thủy. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội – 1998.
- [3] Quy trình công nghệ của các nhà máy đóng và sửa chữa tàu.
- [4] Tiêu chuẩn Việt nam, TCVN (2003), Qui phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép, Hà nội.
- [5] <https://www.officerofthewatch.com/2012/09/22/shaft-jack-up-test/>
- [6] <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/shaft-alignment>
- [7] <http://www.marineengineering.co.za/education/information/general/propulsion/shafting/g4--guide-to-shaft-alignme.pdf>
- [8] Guidance notes on Propulsion shafting alignment – ABS.