

NGHIÊN CỨU, ĐÁNH GIÁ CÁC GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ ĐANG ÁP DỤNG ĐỂ XỬ LÝ HÀM LƯỢNG NO_x, SO_x VÀ HC TRONG KHÍ THẢI ĐỘNG CƠ DIESEL THỦY TRUNG VÀ THẤP TỐC

RESEARCH, EVALUATING CURRENT TECHNOLOGIES IN USED FOR TREATING NO_x, SO_x AND HC IN EMISSION OF LOW AND MEDIUM SPEED MARINE DIESEL ENGINES

PGS. TSKH. Đặng Văn Uy, TS. Nguyễn Trí Minh, ThS. Dương Phan Anh
Trường ĐH Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Việt Nam đang chuẩn bị tham gia đầy đủ Phụ lục VI Công ước MARPOL 73/78 về ngăn ngừa ô nhiễm không khí do tàu gây ra, đồng thời xây dựng các bộ chỉ số theo chuẩn mực IMO về thiết kế hiệu quả năng lượng (EEDI). Tuy nhiên, đa số các đội tàu vận tải của nước ta sử dụng động cơ diesel thế hệ cũ, nên việc kiểm soát phát thải nhằm đảm bảo các quy định quốc tế gặp nhiều khó khăn. Với mục đích tìm ra giải pháp công nghệ tối ưu cho đội tàu Việt Nam đáp ứng các yêu cầu công ước quốc tế về kiểm soát phát thải khí thải. Chúng tôi đã nghiên cứu tổng hợp, đánh giá các giải pháp công nghệ đang được áp dụng để xử lý hàm lượng NO_x, SO_x và HC trong khí thải động cơ diesel tàu thủy trung và thấp tốc. Từ đó, đánh giá và đưa ra được giải pháp tối ưu áp dụng cho đội tàu vận tải thủy của Việt Nam.

Từ khóa: Ngăn ngừa ô nhiễm không khí, chỉ số thiết kế hiệu quả năng lượng (EEDI), Kiểm soát khí thải, hàm lượng NO_x, SO_x và HC, động cơ diesel thủy trung và thấp tốc

Abstract:

Vietnam has been in the process of fully compliance with Appendix VI, MARPOL Convention 73/78 on "Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships", while building up an indicating systems in accordance to IMO standards regarding to Energy Efficiency Design Index (EEDI). However, most of our national fleets equipped old models of diesel engines that make it difficult for emission control to meet international regulations. With the target of seeking optimal technical solutions for Vietnam's fleet to satisfy MARPOL requirements for emission control. The team have researched, evaluated current technologies in used for treating NO_x, SO_x and HC in emission of low and medium speed marine diesel engines. Then, evaluations and proposal of an optimal solution for Vietnam's fleet.

Key words: Regulations for the Prevention of Air Pollution, designing indicators Energy Efficiency Design Index (EEDI), emission control, NO_x, SO_x and HC in emission, low and medium speed marine diesel engines

1. MỞ ĐẦU

Động cơ Diesel, đặc biệt là các động cơ Diesel thủy cỡ lớn, nhiên liệu có chất lượng không cao, hàm lượng lưu huỳnh lớn, khi thực hiện quá trình cháy với không khí trong buồng đốt sẽ tạo nên các sản phẩm cháy khác nhau. Do mức độ ảnh hưởng nghiêm trọng của khí thải động cơ Diesel đối với sức khỏe con người và có nhiều tác động xấu đến môi trường sống, Tổ chức Hàng hải Thế giới (IMO) đã đưa ra những tiêu chuẩn bắt buộc trong phụ lục VI của Công ước MARPOL 73/78, có sửa đổi năm 2008, 2010 nhằm quy định về tiêu chuẩn hàm lượng các chất độc hại trong khí thải động cơ diesel.

Việt Nam hiện tại đang sở hữu đội tàu vận tải biển với tổng trọng tải trên 7 triệu DWT bao gồm khoảng 1380 tàu với các chủng loại khác nhau như: tàu chở hàng rời, tàu bách hóa, tàu chở dầu, tàu chở container, có tuổi đời trung bình trên 14 năm. Như vậy, đội tàu biển Việt Nam tương đối già, các trang thiết bị được lắp đặt trên tàu phục vụ các yêu cầu giảm thiểu phát thải khí độc hại từ tàu không đáp ứng hoặc chưa được trang bị. [1]

Nhóm nghiên cứu đã tổng hợp, đánh giá một số giải pháp công nghệ điển hình của các hãng chế tạo động cơ lớn như: Man B&W, Wartsila...từ đó làm cơ sở đưa ra nhóm giải pháp hữu hiệu xử lý khí thải động cơ Diesel thủy phù hợp với đặc điểm đội tàu biển trung và thấp tốc của Việt Nam.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Khí thải độc hại động cơ Diesel tàu thủy

2.1.1. Phát thải khí độc hại của động cơ Diesel

Đối với động cơ Diesel tàu thủy thì hỗn hợp cháy nhiên liệu - không khí được hình thành nhờ phun nhiên liệu vào điều kiện nhiệt độ và áp suất không khí cao trong buồng đốt động cơ. Nhiên liệu bao gồm các hydro-các bon sau khi cháy thì các sản phẩm cháy sẽ là nước và CO₂. Tuy nhiên, do nhiên liệu không chỉ đơn thuần là cacbon và hydro, mà còn một số các chất khác nữa

như lưu huỳnh, vanadi... và không phải lúc nào nhiên liệu cũng cháy hoàn toàn, nên thành phần khí thải sẽ bao gồm cả NO_x , SO_x , HC. Chính những thành phần ngoài nước như trên thải ra môi trường sẽ là nguyên nhân gây hiệu ứng nhà kính, mưa axit, hay nói cách khác là làm ô nhiễm môi trường không khí của trái đất.

2.1.2. Những quy định của IMO về hạn chế khí thải động cơ Diesel thủy

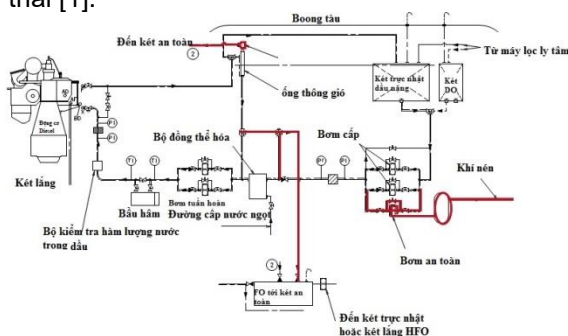
Phụ lục VI của MARPOL 73/78 nêu rõ “Đối với công suất động cơ diesel lớn hơn 130 KW được lắp trên tàu được đóng vào hoặc sau 01/01/2000 phải được đo kiểm tra lượng phát thải NO_x và phải có Giấy chứng nhận quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm không khí của động cơ (EIAPP) theo yêu cầu của Bộ luật tiêu chuẩn kỹ thuật về khí NO_x (NO_x Technical Code)”[2]... “cần phải có các biện pháp đặc biệt bắt buộc đối với việc xả SO_x từ các tàu để ngăn ngừa, giảm bớt và kiểm soát ô nhiễm không khí do SO_x ”[2].... Hai thành phần chủ yếu cần phải kiểm soát theo quy định của IMO và các tổ chức khác là: các ô-xít nitơ (NO_x) và các ô-xít lưu huỳnh (SO_x). Vậy nên, các phương pháp công nghệ được sáng chế, áp dụng để giảm khí thải độc hại chủ yếu xoay quanh giảm nồng độ khí NO_x và SO_x . Ngoài ra, một số thành phần khác cũng cần phải chú ý đó là HC, CO ...

2.2. Đánh giá các giải pháp công nghệ giảm thiểu khí thải độc hại động cơ Diesel tàu thủy của hãng Man B&W

2.2.1. Sử dụng nhũ tương nhiên liệu - nước

Một trong các phương pháp giảm sự hình thành NO_x trong quá trình cháy xảy ra trong xi lanh động cơ là giảm nhiệt độ cháy cực đại.

Trên hình 1 là hệ thống nhiên liệu truyền thống, phổ biến của hãng MAN B&W. Nhiên liệu được bơm cấp hút từ két trực nhật đưa tới bộ đồng thể hóa để tạo thành nhũ tương nước sau đó được bơm tuần hoàn cấp tới bơm cao áp để phun vào xi lanh động cơ. Hàm lượng nước trong nhiên liệu quyết định hiệu suất làm việc của động cơ cũng như hiệu quả làm giảm NO_x được giám sát bởi thiết bị đo hàm lượng nước. Các kết quả thử nghiệm đều thỏa mãn yêu cầu về công suất và yêu cầu về giảm NO_x , với kết quả chung là tỉ lệ hòa trộn thêm 10% nước sẽ giảm khoảng 10% hàm lượng NO_x trong khí thải [1].

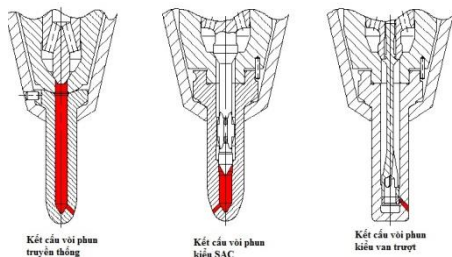


Hình 1. Hệ thống nhiên liệu được trang bị bộ đồng thể hóa

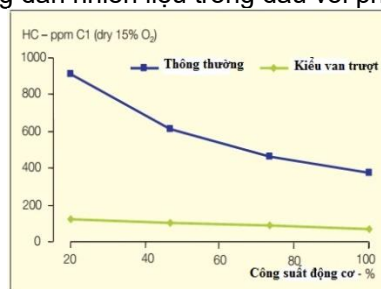
Tuy nhiên, phương pháp này có nhược điểm là làm tăng suất tiêu hao nhiên liệu ứng ở cùng một chế độ tải của động cơ, tăng chi phí cho các thiết bị như bộ đồng thể hóa và bộ đo hàm lượng nước trong nhiên liệu và không làm giảm các thành phần như hydrocacbon không cháy hết (HC) và SO_x .

2.2.2. Tối ưu hóa kết cấu vòi phun nhiên liệu.

Đối với các vòi phun nhiên liệu, số lượng và kích thước của các lỗ phun là các yếu tố ảnh hưởng sự hình thành NO_x , trong khi đó, các yếu tố ảnh hưởng tới sự hình thành HC và vật chất hạt là thiết kế của vòi phun và đặc biệt là thể tích đường dẫn nhiên liệu trong đầu vòi phun - “SAC”



Hình 2. Kết cấu đầu vòi phun kiểu truyền thống và kiểu van trượt

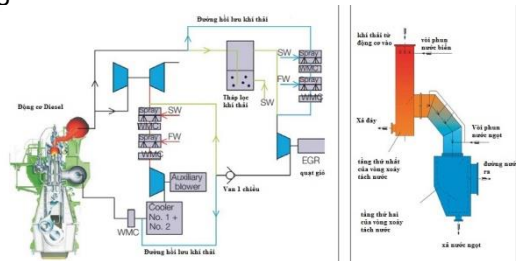


Hình 3. Ảnh hưởng của các thiết kế vòi phun tới phát thải HC

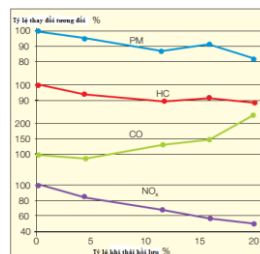
Như minh họa trên đồ thị kết quả đo, lượng HC trong khí xả của động cơ sử dụng vòi phun có thiết kế kiểu van trượt đã giảm đáng kể so với khí thải của động cơ sử dụng vòi phun kiểu truyền thống. Tuy nhiên, kiểu thiết kế này không có tác động tới quá trình phát thải NO_x.

2.2.3. Tái tuần hoàn một phần khí thải và tạo ẩm cho khí nạp

Phương pháp tái tuần hoàn khí thải và tạo ẩm cho khí nạp hoạt động như sau: Một phần khí xả sau khi ra khỏi động cơ sẽ được đưa tới thiết bị làm sạch, làm mát đơn giản kiểu nước rơi, hiện tại thì hãng đã phát triển tháp lọc để tăng hiệu quả làm sạch sau đó được tăng áp suất bằng quạt gió.



Hình 5. Hệ thống tái tuần hoàn một phần khí xả về đường nạp và tạo ẩm cho khí nạp



Hình 6. Thành phần các chất khí trong khí thải động cơ khi có tái tuần hoàn khí thải

Từ đồ thị có thể thấy lượng HC giảm do sự giảm lưu lượng khí thải từ động cơ và sự giảm mạnh việc hình thành NO_x trong xi lanh động cơ khi tăng lượng khí thải tái tuần hoàn.

2.2.4. Sử dụng bộ lọc chất xúc tác (SCR)

Nguyên lý chung của SCR là tiến hành phun các loại hóa chất như U-rê hoặc Amoniac vào dòng khí xả thoát ra khỏi động cơ trước khi đi vào một lò phản ứng dạng tổ ong, dưới tác dụng của các chất xúc tác trong lò phản ứng, các phản ứng hóa học xảy ra để làm biến đổi NO_x trong khí xả. Tùy thuộc vào kiểu loại động cơ và các thông số hoạt động của nó, phương pháp này có thể làm giảm đến 90% hoặc thậm chí nhiều hơn NO_x trong khí thải động cơ. Hiệu quả của phương pháp này phụ thuộc nhiều vào lượng U-rê hoặc Amoniac phun vào dòng khí xả.

Thiết bị SCR của hãng được lắp đặt tại vị trí nằm giữa hộp góp khí xả và tổ hợp tăng áp. Khi khí cháy thoát khỏi xi lanh động cơ, Urea và Amoniac sẽ được phun vào, hòa trộn với khí thải trước khi đi vào tổ hợp tăng áp. Để bù lại tổn thất áp suất khí thải sau bộ SCR, động cơ được trang bị hệ thống tăng áp và quạt gió phụ có hiệu suất cao. Do các phản ứng hóa học diễn ra trong bộ SCR nên nhiệt độ khí thải trước tổ hợp tăng áp của động cơ được trang bị SCR cao hơn so động cơ không được trang bị.

2.3. Đánh giá các giải pháp công nghệ giảm thiểu khí thải độc hại động cơ Diesel tàu thủy của hãng Wartsila - Sulzer

Bảng 1. Các phương án xử lý giảm độc tố khí thải hãng Wartsila – Sulzer

PP	Tên gọi	Kết quả xử lý			
		NO _x	SO _x	PM	Khói
PP SO CẤP	Hoàn chỉnh động cơ điều chỉnh quá trình công tác làm giảm NO _x	★★			
	Chỉnh góc đồng xu-páp nạp	★		★	★★
	Sử dụng hệ thống Commol Rail	★★		★	★★★★
	WETPAC-H phun nước vào khí quyết	★★★		★	
	WETPAC-DWI phun nước trực tiếp vào buồng đốt	★★★★		★	
	WETPAC-E phun trộn lẫn nhiên liệu – nước dạng nhũ tương	★★★		★	
THỨ CẤP	Bộ xúc tác SCR	★★★★		★	
	Tháp lọc SCRUBBER	★	★★★★	★	★
	ESP- Tháp lọc tĩnh điện	★		★★★	★
CHUYỂN ĐỔI	Chuyển đổi sử dụng nhiên liệu DO, có %S thấp		★★★★	★	
	Chuyển đổi sử dụng khí gas thay thế	★★★	★★★★	★★★	★★

- ★ Xử lý một phần nhỏ
- ★★ Xử lý tương đối
- ★★★ Xử lý phần lớn
- ★★★★ Xử lý triệt để

Trong 11 giải pháp công nghệ nhằm giảm thiểu độc tố khí thải của hãng Wartsila – Sulzer được mô tả ở bảng 1 thì giải pháp tháp lọc phun nước cho phép đáp ứng giảm phát thải trên cả 4 thành phần phát thải độc tố, tuy nhiên thực sự hiệu quả đối với chỉ số SO_x trong khi các chỉ số khác còn ở mức độ hạn chế. Giải pháp thay thế nhiên liệu truyền thống bằng khí gas cho phép đáp ứng giảm mức độ phát thải tốt nhất, đảm bảo tiêu chí động cơ thân thiện với môi trường. Đây có thể là giải pháp lựa chọn cho hầu hết máy thủy cỡ nhỏ và vừa trong tương lai gần.

2.5. Một số đánh giá

2.5.1. Về giải pháp xử lý SO_x

Bảng 2. So sánh giải pháp xử lý SO_x [1]

Công nghệ	Diễn giải	Khả năng giảm SO _x	Suất đầu tư ban đầu [USD/kW]
Sử dụng nhiên liệu chưng cất hàm lượng lưu huỳnh thấp	Nhiên liệu chưng cất với 0,5%S và thậm chí 0,1%S yêu cầu phải sử dụng	Giảm từ 80% đến 90% SO _x so với HFO (2,7%S)	Giá nhiên liệu tăng từ 1,8-2,1 lần
Tháp lọc	Sử dụng nhiên liệu HFO kết hợp lắp đặt tháp lọc. Phương pháp này được công nhận kể cả khi tàu chạy tại vùng biển đặc biệt và ngay cả khi yêu cầu nhiên liệu với 0,5%S tại vùng biển chung (GMA)	Giảm từ 95% đến 98% lượng SO _x	- Từ 4-12 triệu cho một tàu đang khai thác; - Từ 200 - 400 USD /kW (công suất động cơ chính) cho tàu đóng mới.
Khí tự nhiên hóa lỏng LNG	Dùng LNG thay thế nhiên liệu truyền thống HFO	Giảm từ 95% đến 100% khí SO _x	- Giá thành tăng từ 10-15% cho tàu đóng mới;

Với ba giải pháp xử lý phát thải khí SO_x như nêu trên, có thể nhận xét:

+ Sử dụng nhiên liệu lưu huỳnh thấp sẽ cần đầu tư ít nhất và thực hiện khá đơn giản, tuy nhiên giá thành chi phí khai thác tàu rất cao, có thể cao hơn 2 lần giá thành sử dụng nhiên liệu truyền thống (HFO hoặc MDO);

+ Sử dụng tháp lọc khí cần kinh phí đầu tư đáng kể, nhưng vẫn sử dụng được nhiên liệu truyền thống HFO và kinh nghiệm vận hành tàu của thuyền viên không bị ảnh hưởng nhiều;

+ Sử dụng khí tự nhiên hóa lỏng LNG cần đầu tư cao nhất, tuy nhiên về lâu dài do giá LNG rẻ hơn HFO, nên có thể bù lại được trong tương lai.

2.5.2. Về giải pháp xử lý NO_x

Bảng 3. So sánh giữa các giải pháp về khả năng làm giảm NO_x [1]

Công nghệ	Diễn giải	Khả năng giảm NO _x
Chất xúc tác (SCR)	Sử dụng chất xúc tác để chuyển NO _x thành N ₂ và H ₂ O	Giảm từ 50% đến 95% phát thải NO _x
Tối ưu hóa động cơ	Tối ưu hóa quá trình cháy để giảm NO _x	20% đến 40%
Sử dụng nhiên liệu LNG	Nhiên liệu sạch	~90%
Tái sử dụng khí thải EGR	Cho một phần khí thải cấp vào đường nạp	35% đến 40%
Sử dụng nhiên liệu nhũ tương	Nhiên liệu trộn với nước	20% đến 40%
Cấp hơi nước vào đường nạp (Humid Air Motor-HAM)	Cấp hơi nước vào đường nạp	20% đến 40%

Tại bảng 3 cho thấy khả năng làm giảm phát thải khí NO_x của các giải pháp công nghệ khác nhau. Hai giải pháp: áp dụng phin lọc với chất xúc tác lựa chọn (SCR) và nhiên liệu sạch LNG có thể giảm được lượng NO_x trong khí thải đến trên 90%. Còn các giải pháp khác, khả năng làm giảm NO_x đều thấp hơn và đạt khoảng 50%.

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu và ứng dụng của các hãng chế tạo động cơ lớn trên thế giới, nhóm tác giả tập trung phân tích và đánh giá ưu nhược điểm các giải pháp kỹ thuật nhằm giảm thiểu khí thải độc hại động cơ Diesel tàu thủy trung tốc và thấp tốc. Các đánh giá trên sẽ làm tiền đề cho việc tìm ra các giải pháp phù hợp nhất cho đội tàu Việt Nam đáp ứng các yêu cầu của Công ước MARPOL 73/78 sửa đổi 2010.

Tài liệu tham khảo

[1] PGS. TSKH. Đặng Văn Uy và nhóm nghiên cứu (2017). Đề tài Khoa học cấp Bộ “Xây dựng giải pháp xử lý khí độc hại trong khí thải động cơ Diesel thủy đáp ứng tiêu chuẩn công ước quốc tế Marpol73/78 của IMO”. Mã số MT171002.

[2] Công ước Quốc tế MARPOL 73/78, 2002.

LỰA CHỌN GIẢI PHÁP KHẢ THI ĐỂ XỬ LÝ SO_x TRONG KHÍ THẢI ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY TẠI VIỆT NAM

PROPOSAL ON A FEASIBLE SOLUTION TO SO_x EMISSION REDUCTION OF EXISTING MARINE DIESEL ENGINES IN VIETNAM

TS. Trần Thế Nam, PGS. TS. Nguyễn Đại An
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt:

Do mức độ ảnh hưởng nghiêm trọng của SO_x đối với sức khỏe con người và có nhiều tác động xấu đến môi trường sống, tổ chức Hàng hải thế giới (IMO) đã đưa ra những tiêu chuẩn bắt buộc trong phụ lục VI MARPOL 73/78 nhằm quy định về tiêu chuẩn hàm lượng các chất độc hại trong khí xả động cơ diesel, đặc biệt là phát thải SO_x. Việt Nam hiện đang quản lý số lượng lớn các tàu sử dụng động cơ diesel thế hệ cũ, nên việc kiểm soát phát thải ngày càng trở nên bức thiết. Trên cơ sở đánh giá các giải pháp giảm thiểu SO_x, nhóm tác giả đề xuất sử dụng thiết bị hấp thụ SO_x lắp đặt trên đường ống xả của động cơ tàu thủy. Đây có thể coi là một trong những hướng đi khả thi hiện nay với điều kiện áp dụng cho đội tàu ở Việt Nam.

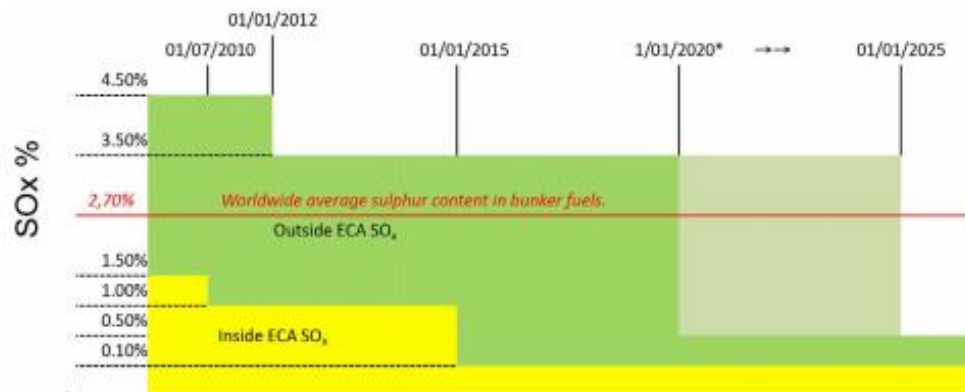
Từ khóa: Kiểm soát phát thải, thiết bị hấp thụ SO_x, động cơ diesel thủy.

Abstract:

Due to serious effects of SO_x emission on human life and harmful influence on environment, the International Maritime Organization (IMO) has launched a full set of strict regulations stipulated in Annex VI MARPOL 73/78 that requires a maximum concentration of emissions in the diesel engine's exhaust gas, especially SO_x. Currently, almost of Vietnamese vessels are equipped with old type diesel engines. Therefore, marine emissions control is more pressing task day by day. Based on assessment on SO_x reduction solutions, the authors propose to utilize the SO_x absorption tower installed on exhaust gas outlet of marine diesel engines. This solution can be recognized to be the most suitable choice for Vietnamese fleets in terms of effective application conditions.

1. MỞ ĐẦU

Nhằm giảm phát thải SO_x từ tàu, Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) đã đưa ra các quy định kiểm soát từ nguồn với các yêu cầu khắt khe về hàm lượng nhiên liệu trong khí xả. Theo đó, hàm lượng lưu huỳnh của bất kỳ loại nhiên liệu nào được sử dụng trên tàu biển đều không được vượt quá [1]: 4,5% trước 1/1/2012; 3,5% sau ngày 1/1/2012 và 0,5% sau ngày 1/1/2020. Trong các vùng kiểm soát đặc biệt đối với khí thải SO_x, những quy định này còn gắt gao hơn. Từ năm 2015, hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu cho phép trong các khu vực này không được vượt quá 0,1%. Vào tháng 10 năm 2016, IMO đã quyết định tiếp tục thắt chặt các quy định về khí thải SO_x, và từ năm 2020 giới hạn 0,5% cho toàn cầu sẽ có hiệu lực. Với quy định này, tổng lượng phát thải SO_x từ tàu, bao gồm các máy chính và máy phụ, được kiểm soát không vượt quá 6,0g/kWh.



Hình 1. Lộ trình cắt giảm khí thải SO_x theo quy định của MARPOL [3]

Theo số liệu thống kê [2], tính đến tháng 12/2017, đội tàu biển Việt Nam có tổng số 1.594 tàu biển các loại trong Sổ đăng ký tàu biển quốc gia, với tổng dung tích gần 4,8 triệu GT và tổng trọng tải gần 7,7 triệu DWT (đứng thứ 4 trong ASEAN và thứ 30 trên thế giới). Trong đó, tàu biển vận tải hàng hóa là 1.144 tàu chiếm 79% đội tàu biển Việt Nam (21% còn lại là tàu kéo, tàu lai dắt và các loại tàu khác). Độ tuổi trung bình của đội tàu biển Việt Nam là 14,9 tuổi được trang bị các động cơ diesel thế hệ cũ, khó đáp ứng các yêu cầu của MARPOL về giảm thiểu phát thải khí từ

tàu, trong đó bao gồm cả phát thải SO_x. Vấn đề này càng trở nên bức thiết khi cơ sở hạ tầng sản xuất, cung ứng trang thiết bị loại nhiên liệu hàm lượng lưu huỳnh thấp chưa bắt kịp với các quy định.

2. CÁC GIẢI PHÁP XỬ LÝ SO_x TRONG KHÍ XẢ ĐỘNG CƠ DIESEL THỦY

Trong thực tế, nhằm đáp ứng những quy định về hạn chế khí phát thải SO_x từ tàu trong phụ lục VI của MARPOL 73/78, hai nhóm biện pháp chính đã được các nhà nghiên cứu đưa ra như sau:

- Sử dụng nhiên liệu chưng cất với hàm lượng lưu huỳnh dưới 0,1%: Việc thực hiện phương án này khá đơn giản, tuy nhiên giá thành chi phí khai thác tàu rất cao, có thể cao hơn 2 lần so với giá thành sử dụng nhiên liệu truyền thống (HFO hoặc MDO). Thách thức lớn nhất là hàm lượng lưu huỳnh thấp gián tiếp làm độ nhớt và đặc tính bôi trơn của nhiên liệu bị giảm mạnh, làm giảm hiệu quả của bơm cao áp, giảm lượng dầu cung cấp cho động cơ và làm ảnh hưởng đến khả năng khai thác của động cơ. Một khó khăn vấp phải khác là việc sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp kéo theo việc phải sử dụng dầu bôi trơn thích hợp.

Việc sử dụng nhiên liệu khí tự nhiên hóa lỏng LNG làm nhiên liệu thay thế được xem là một giải pháp hữu hiệu khi làm giảm khoảng 15% khí nhà kính và giảm tới 85% đến 90% khí SO_x và NO_x [4]. Tuy nhiên, giá thành lắp đặt hệ thống nhiên liệu để sử dụng LNG khá cao. Bên cạnh đó, việc chuyển đổi nhiên liệu vấp phải một số khó khăn về mặt kỹ thuật. Để áp dụng phương án này, phải thiết kế và lắp đặt hệ thống kết, hệ thống cung cấp và chuyển đổi nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp trong quá trình sử dụng. Điều đó dẫn tới việc cần thiết phải điều chỉnh các thiết bị để đảm bảo hiệu suất và tuổi thọ của hệ động lực.

- Sử dụng tháp lọc hấp thụ SO_x: Đây là phương pháp giảm thiểu khí phát thải hiệu quả không chỉ với SO_x mà còn có tác dụng tốt đối với NO_x và CO₂. Theo kết quả nghiên cứu của Trường Đại học Strathclyde lượng khí phát thải SO_x, NO_x và CO₂ giảm một cách tương ứng 95%, 15% và 77% [4]. Hiện tại, để giảm chi phí vận hành tàu, IMO đồng ý cho phép vẫn sử dụng nhiên liệu nặng HFO cho tàu thủy và kết hợp với ứng dụng tháp lọc hấp thụ khí và tàu được phép hoạt động trên các vùng biển quốc tế thông thường (GMA-global maritime area). Đối với điều kiện đội tàu đang khai thác ở Việt Nam hiện nay, có thể thấy rõ ưu thế về khả năng áp dụng mà ít phải hoán cải và chi phí đầu tư hợp lý như trong bảng so sánh được nghiên cứu và tổng hợp dưới đây.

Bảng 1. So sánh các giải pháp xử lý SO_x [5]

Công nghệ	Khả năng giảm SO _x	Suất đầu tư ban đầu [USD/kW]
Sử dụng nhiên liệu hàm lượng lưu huỳnh thấp (dưới 0,1%S)	Giảm từ 80% đến 96% SO _x so với HFO (2,7%S)	Giá nhiên liệu tăng từ 1,8-2,1 lần.
Sử dụng nhiên liệu HFO kết hợp lắp đặt tháp lọc.	Giảm từ 95% đến 98% lượng SO _x	- Từ 4-12 triệu/ cho tàu đang khai thác; - Từ 200-400 USD/kW cho tàu đóng mới.
Khí tự nhiên hóa lỏng LNG	Giảm từ 95% đến 100% khí SO _x	- Giá thành tăng từ 10-15% cho tàu đóng mới; - Từ 800-3000 USD/kW cho tàu đang khai thác.

Một số nhận xét như sau:

+ Sử dụng nhiên liệu lưu huỳnh thấp sẽ cần đầu tư ít nhất, tuy nhiên giá thành chi phí khai thác tàu rất cao, có thể cao hơn 2 lần so với giá thành sử dụng nhiên liệu truyền thống (HFO hoặc MDO); Bên cạnh đó, cần có những nghiên cứu thêm các ảnh hưởng của độ nhớt của nhiên liệu để quá trình cháy và hiệu suất làm việc của các bộ phận hệ thống nhiên liệu;

+ Sử dụng khí tự nhiên hóa lỏng LNG cần đầu tư cao nhất và cần hiệu chỉnh việc làm việc của các thiết bị, lắp đặt thêm các hệ thống kết, hệ thống chuyển đổi nhiên liệu.

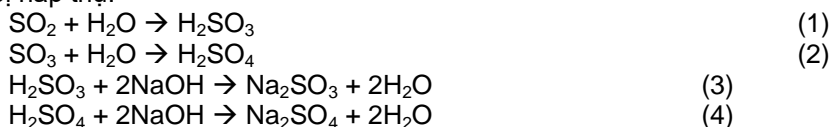
+ Sử dụng tháp lọc hấp thụ khí: việc sử dụng nhiên liệu truyền thống và kinh nghiệm vận hành tàu của thuyền viên không bị ảnh hưởng nhiều;

3. MÔ HÌNH HẤP THỤ SO_x CHO ĐỘNG CƠ DIESEL THỦY

3.1. Hấp thụ SO_x trong khí xả động cơ diesel thủy

Trên cơ sở các quy trình xử lý SO_x đã và đang được ứng dụng, đối với động cơ diesel thủy, mô hình sử dụng nước làm công chất hấp thụ là phù hợp. Việc hấp thụ khí SO_x được tiến hành theo cơ chế trên hình 2.

Trong thiết bị hấp thụ, xảy ra quá trình khuếch tán các phân tử khí ô nhiễm đến bề mặt dung dịch hấp thụ và hòa tan trong lòng chất hấp thụ. Các chất hấp thụ thường dùng có thể bao gồm nước và các dung dịch bazơ như: KOH, NaOH, Na₂CO₃, K₂CO₃, Ca(OH)₂, CaCO₃,... Các phản ứng hóa học diễn ra trong thiết bị hấp thụ:



Hệ thống được tính toán đảm bảo khí xả đi vào không gây phản áp trên đường xả vượt quá giới hạn cho phép của nhà sản xuất hoặc làm tăng nhiệt độ khí xả cục bộ quá giới hạn tạo ra NO_x của động cơ. Các cấu phần của hệ thống sẽ liên kết với nhau bằng hệ thống đường ống, bơm, bầu làm mát, các kết phụ thuộc vào tính năng của bộ hấp thụ. Các hệ thống hấp thụ cho từng động cơ có thể dùng chung hệ thống đường ống, hệ thống kiểm soát,...

Với hệ thống này, mức độ loại bỏ SO_x có thể lên đến 98% khi sử dụng nước có pha kiềm. Điều này có nghĩa khí xả của động cơ sử dụng nhiên liệu dầu diesel hiện nay (3,5% lưu huỳnh) sau khi qua xử lý bằng giải pháp này sẽ có phát thải tương đương với phát thải khi sử dụng nhiên liệu 0,1% lưu huỳnh mà IMO đang hướng đến.

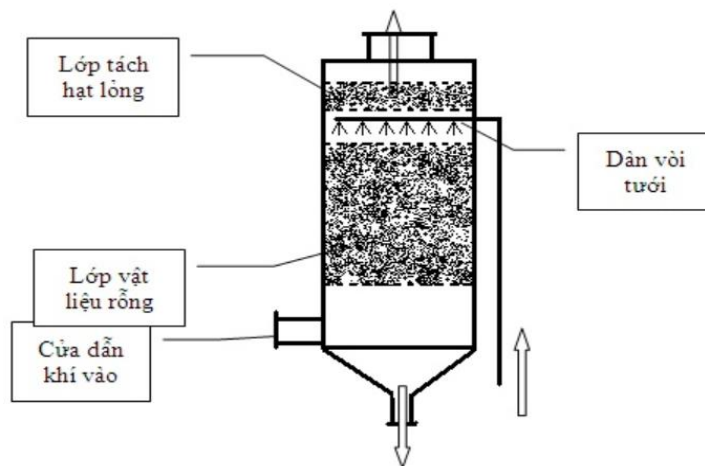
3.2. Đề xuất lắp đặt mô hình tháp lọc hấp thụ SO_x trên tàu thủy

Hệ thống tháp lọc hấp thụ SO_x sử dụng trên tàu thủy đã và đang được nghiên cứu theo 3 dạng cơ bản sau [6]:

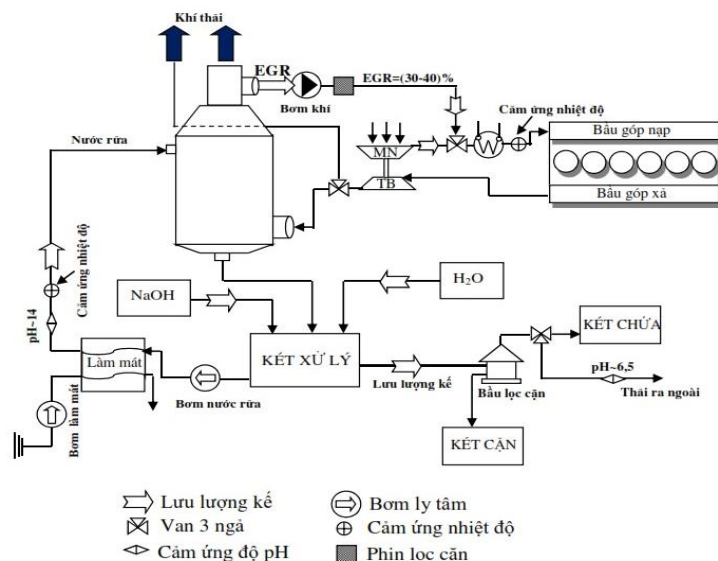
- Mô hình hệ thống tháp lọc vòng tuần hoàn hở sử dụng nước biển: nước biển được bơm thẳng vào tháp lọc, hấp thụ SO_x trong khí xả, sau đó xả ra ngoài biển.
- Mô hình hệ thống tháp lọc vòng tuần hoàn kín sử dụng nước ngọt có thêm các hóa chất kiềm, khi phản ứng với SO_x sẽ tạo ra các Na₂SO₄. Nước rửa sẽ được tuần hoàn qua kết xử lý để làm sạch, sau đó quay lại thiết bị hấp thụ.
- Mô hình hệ thống tháp lọc hỗn hợp cho phép khai thác theo cả hai phương án nêu trên.

Từ các mô hình này, kết hợp với những nghiên cứu về hệ thống trang thiết bị đã và đang lắp đặt trên đội tàu của Việt Nam hiện nay, nhóm nghiên cứu đề xuất sơ đồ lắp đặt hệ thống tháp lọc hấp thụ SO_x tích hợp cùng với các giải pháp giảm thiểu phát thải khác trong khí thải động cơ như sau hình 3.

Hệ thống được xây dựng theo mô hình hỗn hợp mà thế giới đang nghiên cứu, với dung dịch NaOH làm chất trung hòa axit hình thành trong tháp lọc hấp thụ. Nước ngọt tuần hoàn từ kết xử lý qua bầu làm mát trước khi được phun ngược dòng khí thải và hấp thụ SO_x hình thành, rồi quay trở lại kết xử lý. Hệ thống thiết bị này có thể hoạt động theo một trong hai chu trình hở hoặc kín. Điều này cho phép sự linh động trong khai thác khi chuyển hệ thống dạng hở sang chu trình kín khi nước biển có lượng kiềm không đủ hoặc tại các vùng nước nhạy cảm chi phối bởi các quy định, các điều kiện xả nước rửa. Hoặc ngược lại, cho phép chuyển từ chế độ tuần hoàn sang chế độ vòng hở trong trường hợp không muốn tiêu thụ NaOH. Sự bố trí này có ưu thế tiết kiệm việc sử dụng NaOH (chỉ sử dụng khi cần thiết), làm giảm chi phí vận hành, dự trữ đối với NaOH. Bên cạnh đó, mức độ tiêu thụ nước ngọt cũng không quá lớn, khoảng 20m³/MWh và chỉ mất 0,5-1% công suất của động cơ.



Hình 2. Cơ chế hấp thụ SO_x



Hình 3. Sơ đồ hệ thống thắp lọc hấp thụ SO_x và xử lý khí thải

4. KẾT LUẬN

Tàu biển là nguồn phát sinh phát thải SO_x lớn do sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao. Nhằm đảm bảo các yêu cầu của Công ước quốc tế MARPOL 73/78, việc sử dụng nhiên liệu có ít hàm lượng lưu huỳnh hơn là một trong những giải pháp đang được tập trung nghiên cứu và mất nhiều thời gian để hoàn thiện các quy định liên quan cũng như cơ sở hạ tầng áp dụng. Do đó, giải pháp về thắp lọc hấp thụ khí SO_x trong khí xả vẫn sẽ là một giải pháp hợp lý và khả thi, đặc biệt cho các tàu đang khai thác. Bài báo đã đưa ra cấu hình hệ thống lắp đặt trên đội tàu Việt Nam đang khai thác hiện nay, làm tiền đề cho các nghiên cứu thử nghiệm tiếp theo hướng đến sản xuất nội địa, giảm giá thành nhưng vẫn đảm bảo các quy định về kiểm soát phát thải SO_x .

Tài liệu tham khảo

- [1] Công ước Quốc tế MARPOL 73/78, 2002.
- [2] Cục Hàng hải Việt Nam, "Báo cáo tổng kết công tác năm 2017", 2017.
- [3] Paris Sansoglou, "EuDA Information paper: Reduction of SO_x emissions for dredging vessels", Terra et Aqua, Number 137, December 2014.
- [4] Byongug Jeong, Comparative Analysis of SO_x Emission-Compliant Options for Marine Vessels from Environmental Perspective, Journal of the Korean Society for Power System Engineering - Vol. 22, No. 1, pp.72-78, ISSN: 1226-7813, Feb 2018.
- [5] Det Norske Veritas (Australia) PTY LTD, "Emissions from ships operating in the Greater Metropolitan Area", page 23, June 2015.
- [6] Lloyd's Register, "Understanding exhaust gas treatment system – Guidance for shipowners and operators", June 2012.

CẤU HÌNH HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU NHũ TƯƠNG CHO CÁC ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY

A CONFIGURATION OF FUEL - WATER EMULSION SUPPLYING SYSTEM FOR MARINE DIESEL ENGINES IN VIETNAM

PGS. TSKH. Đặng Văn Uy, TS. Trần Thế Nam, ThS. Dương Phan Anh
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt :

Vấn đề ngăn ngừa ô nhiễm khí thải từ tàu ngày càng trở nên cấp thiết và được các nhà khoa học, công ty khai thác tàu biển quan tâm hơn bao giờ hết. Các quy định liên quan đến vấn đề này đã được cụ thể hóa bằng các văn bản pháp luật mang tính quốc tế như Công ước MARPOL73/78 và SOLAS 74 [1]. Đầu những năm 1980, các hãng lớn động cơ diesel đã nghiên cứu phương pháp giảm nồng độ NO_x bằng nhiên liệu nhũ tương và kết quả cho thấy đối với động cơ 2 kỳ, nồng độ NO_x giảm xuống 10% khi thêm 10% nước vào trong nhiên liệu. Cho đến nay, giải pháp này vẫn đang là một trong những hướng nghiên cứu ưu tiên của các nhà khoa học trên thế giới. Trong phạm vi bài báo này, các tác giả nghiên cứu và đề xuất cấu hình hệ thống cung cấp nhiên liệu nhũ tương cho các động cơ diesel thủy cụ thể nhằm hiện thực hóa việc sử dụng nhiên liệu nhũ tương trên tàu thủy. Đây là hướng đi mới và thực sự có ý nghĩa lớn góp phần giảm thiểu phát thải NO_x ra môi trường trong điều kiện phần lớn đội tàu Việt Nam trang bị động cơ diesel thế hệ cũ.

Từ khóa: Ô nhiễm khí thải, nồng độ NO_x, nhiên liệu nhũ tương, hệ thống nhiên liệu, động cơ diesel thủy

Abstract:

Decreasing exhaust emissions emitted from marine ships is critically important and is attracted by many scientists worldwide. The international laws and regulations relating to this have been approved including Conventions of MARPOL 73/78 and SOLAS 74 [1]. In the early 1980s, studies on utilization of emulsion fuel have been conducted by some famous diesel engine manufacturers in order to reduce NO_x emission and observed 10% reduction of NO_x emissions after using 10% water emulsion fuel for two stroke diesel engine. Till now, this solution has been continuously studying as one of the researching priorities. In scope of this article, the authors propose a configuration of fuel-water emulsion supplying system for marine diesel engine. It is truly new and plays a significant contribution to decreasing NO_x to the air with regards to obsolete marine diesel engines installed on-board existing vessels of Vietnam.

Key words: Air emissions, NO_x emission, emulsion fuel, fuel supplying system, marine diesel engine.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trên thế giới việc đưa nước vào nhiên liệu diesel đã được biết đến từ sau thập niên 90. Hàng trăm sáng chế đã đưa ra trên cơ sở hỗn hợp pha trộn nước với diesel [2, 3]. Tuy nhiên phải đến nay nhiên liệu nhũ tương nước - diesel mới được nhiều nước nghiên cứu hoàn chỉnh và áp dụng rộng rãi với hàm lượng nước điển hình từ 8 đến 35% tùy theo yêu cầu ứng dụng. Nhiều sản phẩm của nhiên liệu nhũ tương này đã được thương mại hóa như: PuriNO_xTM, Qwhite, Aspira của tập đoàn Lubrizol (Mỹ) chứa hàm lượng từ 10 đến 20% giảm 14% NO_x và 62,9% PM, AquazoleTM của ToTal (Pháp) chứa hàm lượng nước từ 14% đến 17% giảm 16% NO_x và 60% PM, GecamTM của Pirelli EcoTechnology (Ý) hàm lượng nước 10% giảm hơn 50% PM, 5-6% NO_x và trên 30% CO, DOE của Alternative Petroleum Technologies (Mỹ) chứa hàm lượng nước từ 6% đến 16%, ít hơn 2% phụ gia, giảm 10-30% NO_x, 60% PM và 10-60% CO, 2-4% CO₂ ... [2]. Hiện đã có 4 nước ở Châu Âu bao gồm Pháp, Ý, Anh, Switzerland sử dụng thực tế nhiên liệu nhũ tương, trong đó toàn bộ hệ thống xe bus ở London đã sử dụng từ năm 2003, các loại xe bus ở Paris cũng vậy.

Sử dụng nhiên liệu nhũ tương có ý nghĩa cao về mặt môi trường trong việc giảm thải hàm lượng các khí độc hại như NO_x, PM, ... Nước có nhiệt độ bay hơi thấp hơn nhiên liệu nên sẽ bay hơi trước và đạt đến trạng thái quá nhiệt trong khi nhiên liệu vẫn chưa bay hơi, do vậy hơi nước phá vỡ hạt nhũ tương, xé nhỏ hạt nhiên liệu. Khi các hạt nước ở gần biên đạt trạng thái quá nhiệt và bay hơi thì toàn bộ các hạt nước quá nhiệt cũng bốc hơi và giãn nở nhanh chóng cùng một lúc, phá vỡ hạt nhiên liệu gây hiệu ứng vi nổ. Nếu một hạt nổ, sóng áp lực sẽ làm cho các hạt trong cùng khu vực xoáy lốc nổ đồng thời và xảy ra hiệu ứng vi nổ dồn dập của nhóm hạt. Như vậy, hiệu

ứng vì nỗ cải thiện rất nhiều chất lượng hoà trộn hỗn hợp, đặc biệt là khi áp suất phun thấp do giảm tải động cơ hoặc do chất lượng vòi phun, bơm cao áp giảm. Khi dùng hỗn hợp nhũ tương, thời kỳ cháy trì hoãn tăng lên nhưng thời kỳ cháy chính rút ngắn lại, chất lượng cháy tốt hơn.



Hình 1. Mô hình phá vỡ giọt dầu của nước

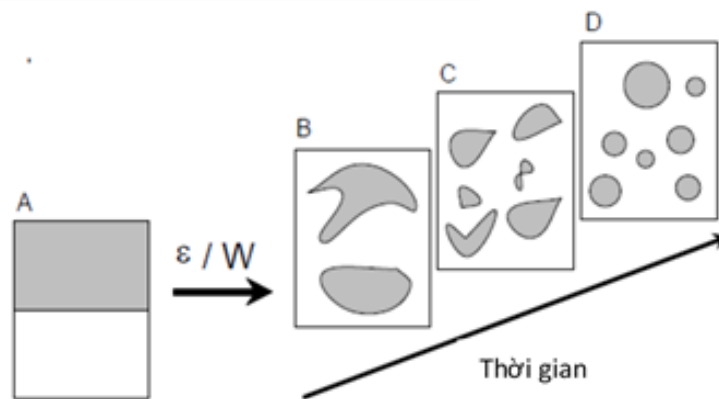
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.2. Cơ chế nghiền tạo nhũ tương

Nghiền để tạo nhũ tương chính là quá trình phá vỡ liên kết bề mặt của các hạt chất lỏng bằng năng lượng cơ học hoặc thông qua tạo áp suất cao. Trong tính toán thiết kế thiết bị tạo nhũ tương kiểu nghiền, năng lượng cơ học đầu vào tạo bởi cánh khuấy là vô cùng quan trọng. Bởi vì chính cánh khuấy này sẽ tạo nên các xoáy vĩ mô hoặc hiện tượng chảy rối vĩ mô với chiều dài đặc trưng của đường kính cánh khuấy. Các xoáy vĩ mô sau đó tách thành các xoáy vi mô (micro-eddy) với chiều dài (length) đặc trưng được gọi là "chiều dài Kolmogorov". Cuối cùng, các xoáy micro sẽ chịu trách nhiệm truyền năng lượng và sẽ phá vỡ pha vĩ mô. Chiều dài Kolmogorov được xác định bằng công thức [4]:

$$\lambda = \left(\frac{v^3}{\varepsilon} \right)^{1/4} \quad (1)$$

Trong đó: λ - chiều dài đặc trưng; v - độ nhớt động học của chất lỏng và ε - là tốc độ tiêu hao; chính ε là tỷ số giữa công tạo bởi cánh khuấy trên khối lượng. Trên hình 2 biểu thị quá trình hình thành nhũ tương theo phương pháp nghiền.



Hình 2. Quá trình hình thành nhũ tương bằng phương pháp nghiền

Khi cánh khuấy tạo ra các xoáy vĩ mô và vi mô, các xoáy này sẽ tạo ra ứng suất cắt và một khi ứng suất cắt lớn hơn lực dính của chất lỏng trong các hạt, sau đó các hạt này sẽ bị cắt thành các hạt nhỏ hơn. Quá trình cắt nêu trên xảy ra cho đến khi ứng suất ngoài và ứng suất trong cân bằng nhau.

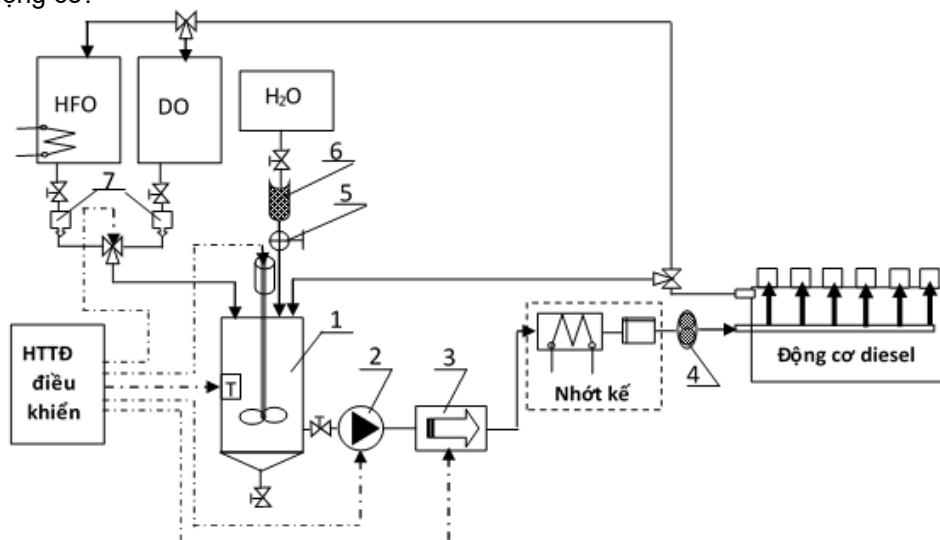
Trên nguyên tắc nghiền chất lỏng, các hãng chế tạo đã chế tạo ra nhiều loại thiết bị tạo nhũ tương hay tạo nhiên liệu nhũ tương khác nhau. Các loại thiết bị này đều dùng năng lượng cơ học từ bên ngoài tác động vào các pha chất lỏng và làm giảm đi lực căng bề mặt của hạt chất lỏng và qua đó tạo được các hạt nhỏ hơn phân bố đồng đều trong một khối nhất định. Tổng hợp khả năng tạo nhũ tương của một số loại thiết bị điển hình như trên bảng 1.

Bảng 1. So sánh khả năng tạo nhũ tương của các loại thiết bị

Loại thiết bị	Điều kiện với $W=5.10^6 Jm^{-3}$	Kích thước hạt
Cánh khuấy	$N = 500v/p, t = 60$ phút	60 - 70 μm
Trục vít	$N = 4000v/p, v = 350l/h$	10 - 11 μm và 2 μm
Loại Ultra Turrax	$N = 10000v/p, t = 2$ phút	10 - 11 μm và 2 μm

2.3. Cấu hình hệ thống cấp nhiên liệu nhũ tương

Sử dụng nhiên liệu nhũ tương cho động cơ diesel thủy là một lựa chọn tốt nhằm giảm thải NOx bằng một công nghệ không phức tạp. Tuy nhiên, yêu cầu quan trọng nhất để áp dụng hiệu quả phương pháp này chính là thiết bị tạo nhiên liệu nhũ tương đảm bảo chất lượng và cấp liên tục cho động cơ.



Hình 3. Sơ đồ hệ thống tạo nhiên liệu nhũ tương liên tục

1. Thiết bị hòa trộn nhiên liệu kiểu cánh khuấy;
2. Bơm nhiên liệu;
3. Thiết bị đồng thể hóa;
4. Phin lọc tinh;
5. Thiết bị định lượng nước;
6. Phin lọc muối;
7. Lưu lượng kế

Chất lượng nhiên liệu nhũ tương được đánh giá thông qua:

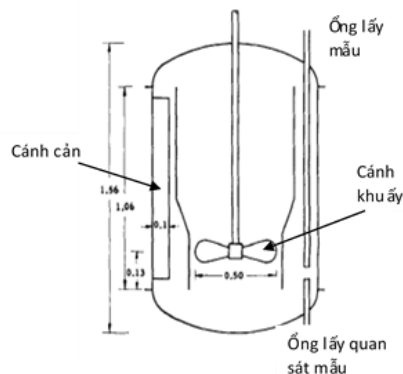
- Kích thước hạt nước trong nhiên liệu càng nhỏ càng tốt (μm);
- Sự phân bố đều của các hạt nước trong môi trường nhiên liệu.

Với những yêu cầu về một hệ thống nhiên liệu đối với động cơ diesel thủy chạy bằng nhiên liệu nhũ tương đảm bảo các điều kiện của Công ước SOLAS 74 và các yêu cầu cụ thể của Hiệp hội Đăng kiểm quốc tế, nhóm nghiên cứu đề xuất cấu hình cơ bản của hệ thống cấp nhiên liệu nhũ tương như trên hình 3.

Nhiên liệu tiền nhũ tương được tạo ra bởi thiết bị tiền hòa trộn nhiên liệu kiểu cánh khuấy (1), tại đây nhiên liệu HFO (hoặc MDO) được trộn với nước theo tỷ lệ nhất định và độ mịn của các hạt nước, cũng như nhiên liệu đạt đến kích thước khoảng 70 μm . Tiếp theo, nhiên liệu sẽ được làm mịn hơn thông qua thiết bị đồng thể hóa (3) đến kích thước hạt đạt khoảng từ 10 μm đến 20 μm hay nói cách khác là tạo được nhiên liệu nhũ tương đạt chuẩn.

2.4. Thiết bị tiền hòa trộn nhiên liệu

Để có thể áp dụng trên tàu thủy một cách an toàn và hiệu quả hệ thống nhiên liệu nhũ tương, một trong các vấn đề cần quan tâm đó là nhiên liệu hồi dư thừa từ động cơ diesel. Do vậy, nhóm nghiên cứu đã quyết định thay thế việc tách nước - dầu đối với nhiên liệu hồi bằng cách sử dụng thiết bị tiền tạo nhũ tương. Đây là thiết bị trộn nhiên liệu theo kiểu cánh khuấy với vai trò là thiết bị tạo nhiên liệu nhũ tương sơ cấp và tiếp nhận nhiên liệu dư từ động cơ như được thể hiện trên hình 4.

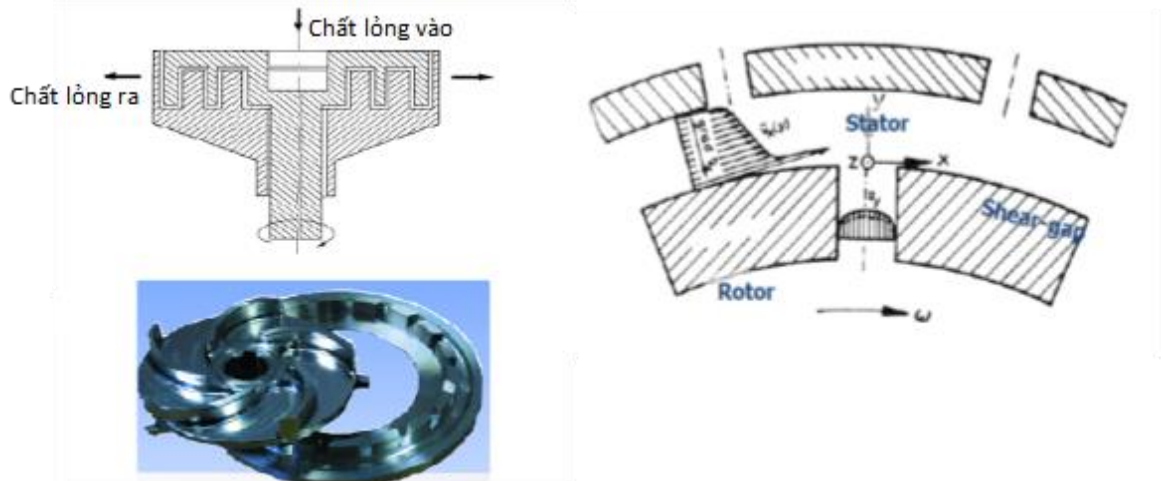


Hình 4. Thiết bị tạo nhũ tương kiểu cánh khuấy

Thiết bị tạo nhũ tương kiểu cánh khuấy được thiết kế trên nguyên lý nghiền chất lỏng có thể làm việc liên tục hoặc theo mẻ để tạo nhiên liệu nhũ tương. Khả năng tạo được nhiên liệu nhũ tương với kích thước hạt nhỏ nhất từ 60µm đến 70µm. Ưu điểm cơ bản của thiết bị này là có cấu tạo đơn giản, hoạt động với độ tin cậy cao và không tốn nhiều năng lượng.

2.5. Thiết bị đồng thể hóa nhũ tương

Thiết bị có cấu tạo bao gồm hai phần rotor và stator giống như loại cối xay. Rotor và stator là những vòng với các răng chéo có bán kính mở. Khi chất lỏng đi qua thiết bị, nó được nhiều lần tăng tốc rồi giảm tốc dưới sự tác động của lực tiếp tuyến với giá trị rất cao. Trên thực tế, thiết bị tạo nhũ tương loại ống ứng suất cắt cao (Turrax) có thể có vận tốc lên đến 20.000v/p. Trên hình 6 là nguyên lý hoạt động của thiết bị tạo nhiên liệu nhũ tương loại Turrax được áp dụng khá rộng rãi hiện nay.



Hình 5. Thiết bị tạo nhiên liệu nhũ tương loại Turrax

Trong quá trình làm việc, loại tiền nhũ tương được chuyển qua các cửa hướng tâm của các rotor và trộn với chất lỏng đang tồn tại trong khe hở giữa rotor và stator. Dưới sự tác động của lực cắt với giá trị cao và dòng chảy rối, sẽ làm cho các hạt của chất lỏng bị phá vỡ thành các hạt có đường kính nhỏ hơn rất nhiều.

3. KẾT LUẬN

Nhiên liệu nhũ tương là khái niệm mới và thiết bị tạo ra nhiên liệu này cũng là công nghệ mới không chỉ ở Việt Nam. Dựa trên nghiên cứu các phương pháp và cơ chế tạo nhũ tương đã và đang áp dụng, nhóm nghiên cứu tiến hành xây dựng cấu hình hệ thống kết nối, cung cấp nhiên liệu nhũ tương cho các động cơ diesel tàu thủy. Đây là một trong những giải pháp khả thi góp phần giảm thiểu phát thải độc hại từ khí xả của động cơ diesel thủy, có ý nghĩa thực tiễn đối với đội tàu Việt Nam đang khai thác trước yêu cầu ngày càng khắt khe của các quy định và Công ước quốc tế. Trên cơ sở cấu hình đã xây dựng, nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu phát triển và thử nghiệm hệ thống trong thời gian sắp tới.

Tài liệu tham khảo

- [1] Công ước Quốc tế MARPOL 73/78, 2002.
- [2] Alex Spataru (2003), *Emulsified Fuels in Western Europe – An Overview*, ARC/ CEC Alternative Fuel Symposium, The ADEPT Group.
- [3] O.Armas, R.Ballesteros, F.J.Martos, J.R.Agudelo (2004), *Characterization of light duty Diesel engine emissions using water- emulsified fuel*, Sciencedirect.com.
- [4] M. T. Landahl; E. Mollo-Christensen (1992), *Turbulence and Random Processes in Fluid Mechanics (2nd ed.)*, Cambridge University Press. p. 10. ISBN 978-0521422130.
- [5] K.J.Lisant (1974), *Emulsion and Emulsion Technology*, Vol. 1 & 2, New York.
- [6] C.Alan Canfield (1999), *Effect of water - diesel emulsion combustion on diesel engine NOx emissions*, Master Thesis, University of Florida.
- [7] Cornet, WE. Nero (1955), *Emulsified Fuels in Compression Ignition Engines*, Ind. Eng. Chem.47 (10), pp. 2133- 2141.

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC LẮP ĐẶT BỘ LỌC SCR ĐẾN QUÁ TRÌNH CÔNG TÁC CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY

THE EFFECT OF THE INSTALLATION OF SCR FILTER ON THE WORKING PROCESS OF MARINE DIESEL ENGINES

PGS.TS. Phạm Hữu Tân, ThS. Trần Văn Giang

Trường đại học Hàng hải Việt Nam

Email: phamhuutan@vimaru.edu.vn

ĐT: 0903260010

Tóm tắt

Khí xả từ các động cơ diesel tàu thủy thải ra môi trường đang gây ô nhiễm cho môi trường không khí. Việc xử lý khí thải từ động cơ ra môi trường là một nhu cầu cấp bách đối với các đội tàu biển. Một trong những phương pháp xử lý khí thải của động cơ diesel tàu thủy là sử dụng bộ lọc SCR. Bộ lọc SCR đang được áp dụng trên các tàu thủy cỡ lớn đã phát huy rất tốt hiệu quả xử lý NO_x từ khí xả của các động cơ diesel tàu thủy. Tuy nhiên, việc nghiên cứu ảnh hưởng của việc lắp đặt các bộ lọc SCR đến quá trình công tác của động cơ diesel là một yêu cầu cấp thiết. Bài báo đi nghiên cứu ảnh hưởng của việc lắp đặt bộ lọc SCR đến quá trình công tác của động cơ diesel tàu thủy như thế nào.

Qua kết quả nghiên cứu về lý thuyết và nghiên cứu thực tế cho động cơ diesel tàu thủy MAN B&W 6S46MC-C7 cho thấy rằng khi động cơ diesel tàu thủy lắp đặt bộ lọc SCR thì áp suất cháy cực đại p_z , công suất động cơ giảm đáng kể, nhiệt độ khí xả, suất tiêu hao nhiên liệu tăng. Để khắc phục ảnh hưởng này thì người khai thác phải quan tâm đến trạng thái kỹ thuật của bộ lọc SCR, tăng cường thổi muội tại các thiết bị trên đường xả để đảm bảo không tăng phản áp trên đường xả của động cơ diesel tàu thủy.

Từ khóa: Tàu thủy, bộ lọc SCR, xử lý khí thải, trạng thái kỹ thuật, phản áp trên đường xả.

Abstract

Exhaust gas from marine diesel engines to the environment is polluting the air environment. The treatment of engine exhaust gas is an urgent need for ships. One of the methods of treatment of exhaust gas from marine engines is the use of SCR filters. SCR filters are being applied to the large ships that are very effective in the treatment of NO_x from marine diesel engines. However, studying the effect of the installation of SCR filters on the operation of diesel engines is an urgent need. This paper studies the impact of SCR filter installation on marine diesel engines operating process.

Based on theoretical and practical research results for the MAN B&W 6S46MC-C7 marine diesel engine show that when the marine engines install a SCR filter, the p_z and engine power reduction significantly, exhaust gas temperature and fuel consumption increased. To overcome this effect, the operator must pay attention to the technical condition of the SCR filters, strengthen the soot blow at the equipments on the exhaust gas discharge to ensure no pressure differential increase on the exhaust gas discharge of the marine engines.

1. Giới thiệu chung

Theo thống kê trên thế giới thì khoảng 90% lượng hàng hóa vận tải bằng đường thủy. Điều này cũng kèm theo lượng phát thải từ động cơ tàu thủy ra môi trường tăng một cách đáng kể. Mức độ phát thải từ các động cơ diesel tàu thủy phụ thuộc chủ yếu vào 5 yếu tố là loại nhiên liệu được sử dụng, chủng loại động cơ, hiệu suất động cơ, cấu hình hệ động lực và hệ thống năng lượng, mức độ làm việc của động cơ. Để giảm giá thành chi phí nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế nên nhiên liệu của các động cơ diesel tàu thủy có chất lượng kém hơn nhiên liệu động cơ trên bộ. Điều này càng làm tăng mức độ phát thải các chất độc hại ra môi trường không khí.

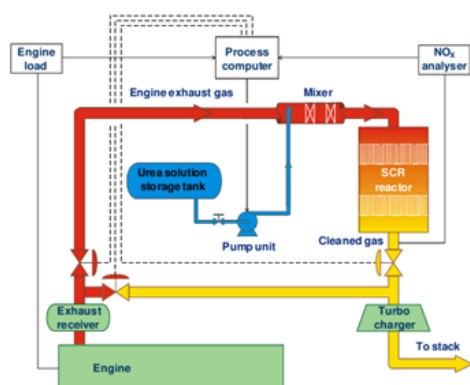
Nhằm kiểm soát tốt khí thải từ hoạt động hàng hải trên toàn thế giới ở mức độ cho phép, tháng 9/1997 Tổ chức Hàng hải thế giới IMO đã bổ sung vào công ước MARPOL 73/78 phụ lục VI gọi là MARPOL 93/97 đã quy định về kiểm soát phát thải NO_x và SO_x từ tàu [4,5].

Đã có nhiều phương pháp giảm NO_x trong khí xả từ các động cơ diesel tàu thủy. Một trong những phương pháp đó là sử dụng bầu lọc SCR lắp trên đường xả của động cơ. Phương pháp này giảm NO_x rất hiệu quả. Tuy nhiên khi lắp đặt bầu lọc SCR trên đường xả làm tăng phản áp trên đường xả, ảnh hưởng tới quá trình công tác của động cơ diesel tàu thủy. Tuy nhiên ảnh hưởng như thế nào là nội dung của bài báo nghiên cứu dưới đây.

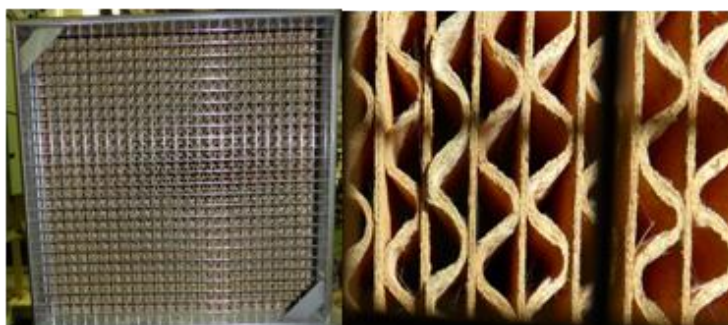
2. Nội dung

2.1. Giới thiệu bầu lọc SCR lắp trên đường xả của động cơ diesel tàu thủy [6]

Để xử lý NO_x trong khí xả của các động cơ diesel tàu thủy thì trên đường khí xả từ động cơ thải ra không khí có lắp đặt một bầu lọc SCR như trên hình 1. Hệ thống SCR gồm bầu lọc SCR, trong đó có chứa bộ xúc tác và hệ thống cung cấp dung dịch urê bao gồm két chứa, bơm cấp, các vòi phun và các bộ hòa trộn. Bộ xúc tác bên trong bầu lọc SCR thường là vật liệu monolith dạng sập ong ong như hình 2 [6].



Hình 1. Sơ đồ hệ thống SCR

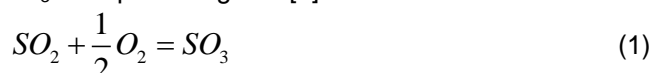


Hình 2. Chất xúc tác monolith dạng sập ong [6]

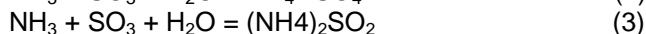
Nguyên lý lọc của bầu lọc SCR là ta phun một lượng amoniac (NH₃) vào trong dòng khí xả và hỗn hợp với dòng khí xả, khi hỗn hợp đi qua vật liệu xúc tác sẽ làm giảm NO_x. Mục đích sử dụng chất xúc tác trong bầu lọc SCR là thúc đẩy quá trình phản ứng xảy ra hoàn toàn để giảm được NO_x. Tùy thuộc vào vật liệu làm chất xúc tác và liều lượng NH₃ mà hiệu suất khử NO_x có thể đạt tới 99% và các chất tạo thành sau phản ứng là các chất đơn giản như Ni tơ (N₂) và nước (H₂O).

2.2. Ảnh hưởng của lắp đặt bầu lọc SCR đến các thiết bị lắp đặt trên đường xả của động cơ

Trong khí xả của động cơ có chứa SO₂ khi đi vào trong bầu lọc SCR sẽ sinh ra phản ứng phụ là quá trình oxy hóa SO₂ thành SO₃ theo phản ứng sau [6]:



SO₃ có trong bầu lọc kết hợp với hơi nước ở nhiệt độ thấp tạo thành H₂SO₄ gây ăn mòn kim loại. Ngoài ra SO₃ có thể phản ứng với NH₃ để tạo thành muối amoni sulfat theo phản ứng sau [6]:



Hình 3. Cặn và muối bám trong nồi hơi khí xả khi chạy hệ thống SCR [6]

Những chất này là chất có hại vì nó có thể đông đặc ở nhiệt độ dưới 300°C và sau đó bám lên các bề mặt của chất xúc tác làm giảm khả năng xúc tác, tăng tổn thất của dòng khí xả lưu thông qua bầu lọc, bám lên bề mặt trao nhiệt của các thiết bị trao nhiệt làm tăng tổn thất của dòng khí xả lưu thông, giảm khả năng trao nhiệt của thiết bị. Hình 3 thể hiện ảnh hưởng của cặn và muội bám vào bề mặt của các thiết bị tận dụng nhiệt phía sau bầu lọc SCR. Kết quả cuối cùng là làm tăng phản áp trên đường xả của động cơ, ảnh hưởng đến quá trình công tác của động cơ.

2.3. Cơ sở lý thuyết nghiên cứu ảnh hưởng của bầu lọc SCR đến quá trình công tác của động cơ [1,2,3]

$$\text{Nhiệt độ không khí nạp sau máy nén: } T_k = T_o \cdot \pi_k^{\frac{n_k-1}{n_k}}, (^{\circ}\text{K}) \quad (4)$$

$$\text{Nhiệt độ không khí cuối quá trình nạp: } T_a = \frac{T_s + \Delta t + \lambda_r \cdot T_r}{1 + \lambda_r} \quad (5)$$

$$\text{Áp suất không khí nạp trước suppap nạp: } p_s = p_k \cdot \pi_k - \Delta p_{lm} \quad (6)$$

$$\text{Áp suất không khí cuối quá trình nạp: } p_a = p_s \cdot \frac{C_w^2 \cdot 1000000}{576 \cdot w^2 T_2} \quad (7)$$

$$\text{Hệ số khí sót: } \gamma_r = \frac{(T_s + \Delta T) \cdot p_r}{T_r (\varepsilon \cdot p_a - p_r)} \quad (8)$$

$$\text{Lượng không khí khô cần thiết đốt cháy 1 kg nhiên liệu: } L_o = \frac{1}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} + \frac{S}{32} - \frac{O}{16} \right) \quad (9)$$

$$\text{Hệ số nạp không kể đến hàm lượng ẩm: } \eta_n = \frac{\varepsilon \cdot p_a \cdot T_s}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{1}{p_s \cdot T_a \cdot (1 + \gamma_r)} \quad (10)$$

$$\text{Tốc độ tỏa nhiệt theo góc quay trục khuỷu: } \frac{dx}{d\varphi} = 6,908 \cdot \frac{m+1}{\varphi_z} \cdot \left(\frac{\varphi-\theta}{\varphi_z} \right) \cdot \exp \left[-6,908 \cdot \left(\frac{\varphi+\theta}{\varphi_z} \right)^{m+1} \right] \quad (11)$$

$$\text{Áp suất chỉ thị bình quân: } p_i = L/V_s \quad (12)$$

$$\text{Công suất chỉ thị: } N_i = i \cdot V_s \cdot p_i \cdot n \cdot z / 60 \quad (13)$$

$$g_i = \frac{3600 \cdot p_s \cdot \eta_n}{\mu_s \cdot R \cdot \alpha \cdot L_o \cdot T_s \cdot p_i} \quad (14)$$

$$\text{Hiệu suất chỉ thị: } \eta_i = \frac{\mu_s \cdot R \cdot \alpha \cdot L_o \cdot T_s \cdot p_i}{Q_H \cdot p_s \cdot \eta_n} \quad (15)$$

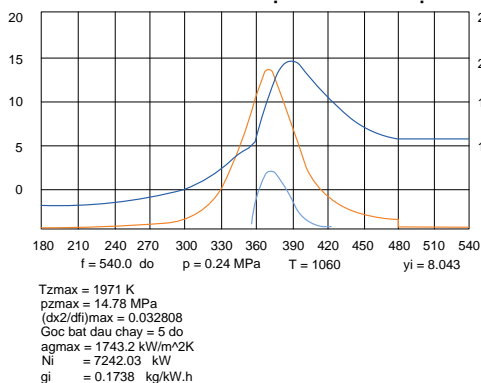
Trong đó: π là tỷ số tăng áp; ΔT_{lm} là độ giảm nhiệt độ trong bầu làm mát không khí tăng áp, °K; p_k là áp suất khí tăng áp, Pa; Δp_{lm} là độ giảm áp suất trong bầu làm mát, Pa; w - hệ số tốc độ; ε là tỷ số nén lý thuyết; p_r, T_r là áp suất và nhiệt độ khí sót, Pa, °K; ΔT là độ tăng nhiệt độ không khí do tiếp xúc với vách, °K; p_{kf}, T_{kf} là áp suất và nhiệt độ môi chất trong xilanh lúc bắt đầu phun nhiên liệu; α_{mc} là hệ số truyền nhiệt từ khí cháy đến môi chất làm mát; C_m tốc độ trung bình của piston, m/s; D là đường kính xilanh, m; T_{kc}, T_{vx} là nhiệt độ khí cháy và nhiệt độ thành vách xilanh, °K; m là chỉ số đặc trưng cho sự phát triển sự cháy; φ_z là thời gian cháy; θ là góc cháy ban đầu; φ_{fs} là góc phun sớm của nhiên liệu; φ_1 là thời gian cháy trễ của nhiên liệu; L_i là công chỉ thị của chu trình, kJ; i là số xilanh; z là hệ số kỳ.

2.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của bầu lọc SCR đến quá trình công tác của động cơ

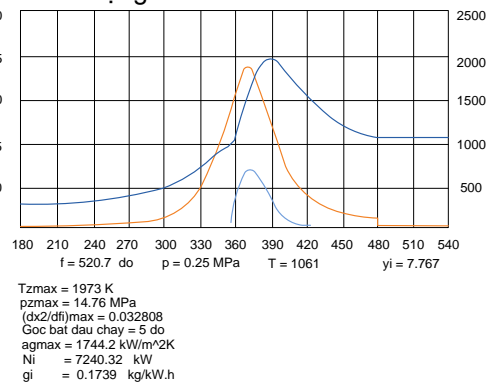
a. Xét cho trường hợp nghiên cứu lý thuyết

Xét cho một động cơ cụ thể là động cơ của hãng MAN B&W liên kết với hãng Hitachi Zosen Corporation Hitz) của Nhật Bản sản xuất và ứng dụng công nghệ SCR bắt đầu từ năm 2008. Đây là động cơ chính của tàu SANTA VISTA – Nhật Bản có tổng trọng tải tàu là 56000 tấn tải trọng. Số

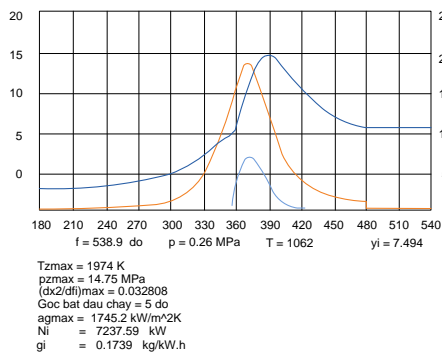
xi lanh: 6; Hành trình piston: 1,932 m; Đường kính piston: 0.46 m; Công suất định mức (MCR): 6870 kW; Công suất khai thác (NCR): 6100 kW; Vòng quay định mức: 111 vòng/phút; Vòng quay khai thác lớn nhất: 107 vòng/phút; Suất tiêu hao nhiên liệu: 177 g/kW.h (175 g/kW.h ở chế độ tải thấp); Lượng tiêu thụ nhiên liệu khoảng 26.70 tấn/ngày nếu chạy ở chế độ định mức; Suất tiêu hao dầu bôi trơn xi lanh: 1.1 g/kW.h; Động cơ được trang bị tua bin khí xả tăng áp, là động cơ hai kỳ quét thẳng, suppap xả được đóng mở bằng thủy lực. Hệ thống SCR được thiết kế và chế tạo bởi hãng Hitachi Zozen Nhật Bản. Trên cơ sở lý thuyết tính toán, với việc sử dụng phần mềm MATLAB để tính toán ảnh hưởng của việc lắp đặt bộ lọc SCR để xử lý NO_x trong khí xả của động cơ đến quá trình công tác của động cơ. Kết quả tính toán được thể hiện trên các hình 4, hình 5, hình 6 và hình 7, với mức độ phản áp trên đường xả là $\Delta p_x = 0\%$, $\Delta p_x = 5\%$, $\Delta p_x = 10\%$ và $\Delta p_x = 15\%$. Với giá trị độ phản áp $\Delta p_x = 0\%$ tương ứng với trường hợp khí xả đi tắt không qua bầu lọc SCR, với giá trị độ phản áp $\Delta p_x = 5\%$ tương ứng với khí xả đi qua bầu lọc SCR ở trạng thái bầu lọc sạch, trạng thái các thiết bị tận dụng nhiệt phía sau bầu lọc SCR sạch, còn các giá trị phản áp trên đường xả $\Delta p_x = 10\%$ và $\Delta p_x = 15\%$ tương ứng với trạng thái của bầu lọc SCR và các thiết bị tận dụng nhiệt phía sau bầu lọc SCR bẩn. Bản trạng thái bề mặt thiết bị chủ yếu là do muội và muối amoni sulfat bám trên bề mặt các thiết bị trên đường xả của động cơ.



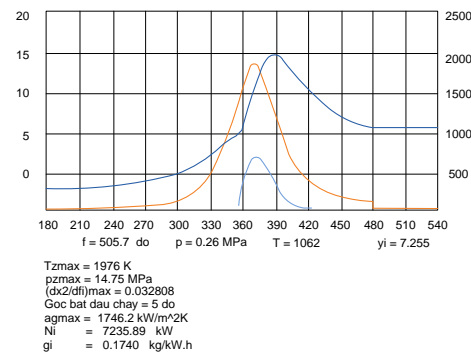
Hình 4. Đồ thị thông số công tác ở điều kiện phản áp trên đường xả $\Delta p_x = 0$



Hình 5. Đồ thị thông số công tác ở điều kiện phản áp trên đường xả $\Delta p_x = 5\%$



Hình 6. Đồ thị thông số công tác ở điều kiện phản áp trên đường xả $\Delta p_x = 10\%$



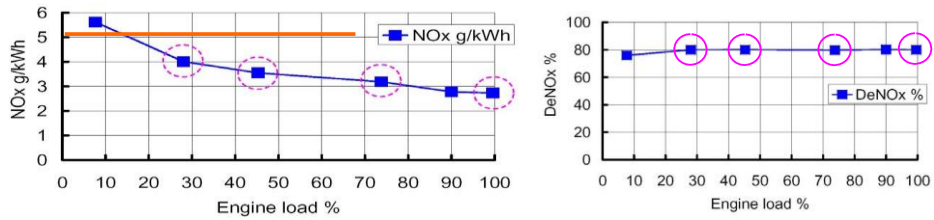
Hình 7. Đồ thị thông số công tác ở điều kiện phản áp trên đường xả $\Delta p_x = 15\%$

Kết quả nghiên cứu lý thuyết cho thấy rằng khi lắp bộ lọc SCR trên đường xả thì làm tăng phản áp trên đường xả khoảng 5% và nhiệt độ cháy cực đại T_{zmax} và T_{kx} tăng khoảng từ 1% - 2%, P_{zmax} cũng giảm từ 2% - 3%, suất tiêu hao nhiên liệu gi tăng từ 1% - 2%.

Trong quá trình làm việc thì muội và muối amoni sulfat bám trên bề mặt của các thiết bị nên phản áp trên đường xả tăng lên làm cho các thông số công tác của động cơ thay đổi đáng kể, các thông số nhiệt độ T_{zmax}, nhiệt độ khí xả và suất tiêu hao nhiên liệu chỉ thị gi có thể tăng tới 5% hoặc thậm chí hơn nữa các bề mặt của thiết bị lắp trên đường xả quá bẩn. Các thông số áp suất cháy cực đại p_{zmax} và công suất chỉ thị của động cơ giảm đáng kể, có thể giảm tới 5% và thậm chí cao hơn nữa nếu bề mặt các thiết bị trên đường xả quá bẩn.

b. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm trên tàu SANTA VISTA

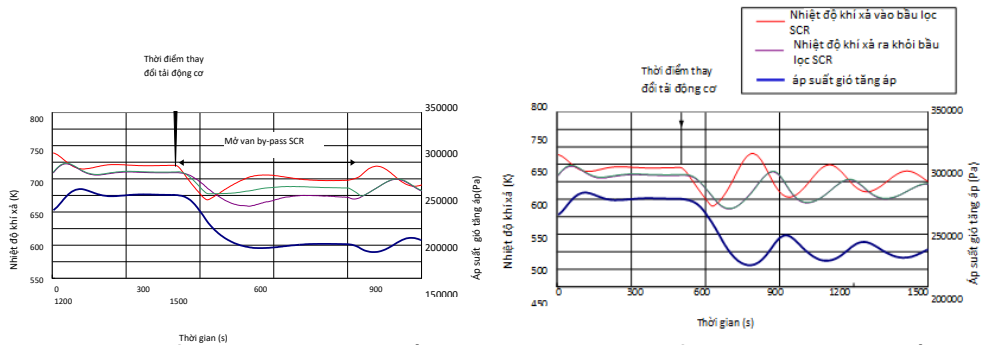
Kết quả thử nghiệm trên bệ thử về mức độ xử lý NO_x được thể hiện trên hình 8.



Hình 8. Phát thải NO_x ở các mức tải khác nhau, tỷ lệ giảm NO_x so với tiêu chuẩn IMO bậc I

Kết quả cho thấy rằng khi lắp đặt bộ lọc SCR trên đường xả của động cơ sẽ xử lý được hàm lượng NO_x trong khí xả đạt tiêu chuẩn IMO bậc 1.

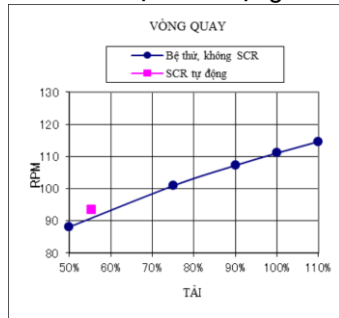
Hình 9 và hình 10 là trường hợp thay đổi tải của động cơ khi cho khí xả đi qua bộ lọc SCR và không cho đi qua bộ lọc SCR. Hình 11, hình 12, hình 13 và hình 14 thể hiện các thông số của động cơ khi động cơ làm việc khi có và không có bộ lọc SCR.



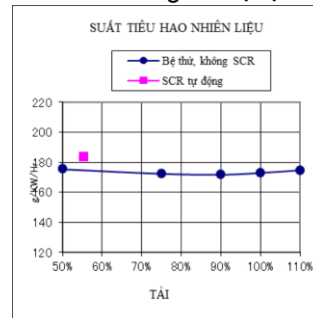
Hình 9. Sự thay đổi nhiệt độ khí xả và áp suất gió tăng áp dao động khi giảm tải động cơ trường hợp mở van đi tắt (hệ thống SCR không hoạt động).

Hình 10. Sự thay đổi nhiệt độ khí xả và áp suất gió tăng áp dao động khi giảm tải động cơ trường hợp chạy hệ thống SCR.

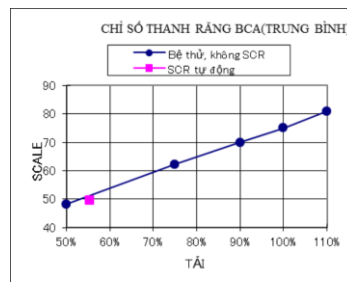
Kết quả cho thấy rằng khi thay đổi tải nếu có bộ lọc SCR thì các thông số áp suất gió tăng áp, nhiệt độ khí xả vào và ra khỏi bầu lọc dao động rất lớn so với không có bộ lọc SCR.



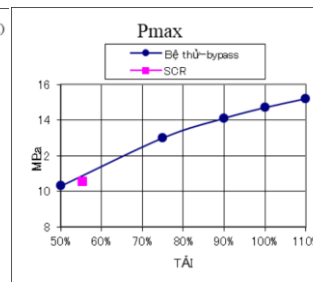
Hình 11. Vòng quay động cơ



Hình 12. Suất tiêu hao nhiên liệu



Hình 13. Chỉ số thanh răng bơm cao áp



Hình 14. Áp suất cháy cực đại

Kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy rằng khi cho khí xả đi qua bộ lọc SCR thì các thông số của động cơ thay đổi đáng kể như nghiên cứu lý thuyết. Tuy nhiên nếu bầu lọc SCR và các thiết bị khác lắp trên đường xả của động cơ sạch thì sự thay đổi này là không đáng kể. Sự thay đổi này lớn khi các bề mặt của bầu lọc SCR và các thiết bị tận dụng nhiệt khí xả lắp trên đường xả của động cơ bẩn.

3. Phương pháp khắc phục ảnh hưởng của bầu lọc SCR đến quá trình công tác của động cơ

Để khắc phục ảnh hưởng của việc lắp đặt bộ lọc SCR đến quá trình công tác của động cơ thì trên các thiết bị lắp trên đường xả của động cơ (kể cả bầu lọc SCR) đều có bố trí thiết bị thổi muối để làm sạch bề mặt các thiết bị đó. Trong khai thác người khai thác thường xuyên vệ sinh thổi muối cho các thiết bị lắp trên đường xả của động cơ để đảm bảo bề mặt làm việc của các thiết bị đó luôn sạch, độ phản áp trên đường xả sẽ không tăng cao, các thông số công tác của động cơ sẽ thay đổi không nhiều.

Trên đường xả của động cơ có bố trí van by-pass lắp song song với bầu lọc SCR để khi động cơ chạy nhỏ tải thì cho khí xả đi tắt mà không cho qua bầu lọc SCR.

Kết luận

Bầu lọc SCR lắp trên đường xả của động cơ diesel tàu thủy đã phát huy hiệu quả xử lý NO_x trong khí xả của động cơ. Khi bộ lọc sạch thì ảnh hưởng của bộ lọc SCR đến quá trình công tác của động cơ là không đáng kể.

Do bộ lọc SCR được xử lý bằng NH₃ nên khi kết hợp với SO₂ trong khí xả tạo thành muối amoni sulfat, H₂SO₄ và muối bám trên các bề mặt của bộ lọc SCR và các thiết bị lắp trên đường xả của động cơ. Điều này sẽ làm tăng phản áp trên đường xả dẫn tới các thông số công tác của động cơ thay đổi đáng kể. Để khắc phục ảnh hưởng này thì trong các thiết bị tận dụng nhiệt lắp trên đường xả của động cơ có lắp thiết bị thổi muối. Người vận hành thường xuyên vệ sinh bề mặt các thiết bị này thì bầu lọc SCR sẽ không ảnh hưởng nhiều đến các thông số công tác của động cơ diesel tàu thủy.

Tài liệu tham khảo

- [1] Lê Việt Lượng (2000). *Lý thuyết động cơ Diesel*, NXB giáo dục Hà Nội.
- [2] Nguyễn Văn Bình (1997). *Nguyên lý động cơ đốt trong*, NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội
- [3] Bùi Văn Ga (2002). *Tính toán quá trình cháy của nhiên liệu trong động cơ đốt trong*, NXB Đại học Bách Khoa Đà Nẵng.
- [4] Fuiabayashi(2012), *Tier III SCR, Hitachi Zosen corporation*.
- [5] Henrik Christensen, Michael Finch Pedersen, Peter Skjoldager and Marco Fam (2011), *Tier III SCR for large 2-stroke man b&w diesel engines*, MAN Diesel & Turbo, Tegholmmsgade 41, 2450 Copenhagen SV, Denmark
- [6] Lenka S. Chladova (2010), *Evaluation of Selective Catalytic Reduction for Marine Two-Stroke Diesel Engines*, SAE international paper.

KINH NGHIỆM KHI KHAI THÁC BẢO DƯỠNG TỔ HỢP MÁY PHÁT ĐIỆN KHẨN CẤP TRÊN TÀU THỦY

EXPERIENCE IN OPERATION AND MAINTENANCE OF EMERGENCY GENERATOR ON SHIPS

PGS,TS. Trương Văn Đạo

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Như chúng ta đã biết trên tàu thủy luôn có những hệ thống riêng biệt được trang bị cả trên boong và buồng máy cho các tình huống khẩn cấp. Một số máy móc và hệ thống khẩn cấp quan trọng nhất trên tàu là - Máy nén khí khẩn cấp, Van cứu đắm buồng máy, Bơm cứu hỏa khẩn cấp, Xuồng cứu sinh và Máy phát điện khẩn cấp. Theo yêu cầu của SOLAS, tất cả các thiết bị / hệ thống khẩn cấp phải được kiểm tra thường xuyên (thực hành trên tàu hàng tuần) để đảm bảo chúng hoạt động trơn tru khi thực sự cần thiết, đặc biệt trong trường hợp khẩn cấp.

Trong số tất cả các hệ thống trên, máy phát điện khẩn cấp là một trong những máy móc được sử dụng thường xuyên nhất khi tình trạng mất điện có thể xảy ra bất cứ lúc nào trên tàu.

Do đó, điều công việc này rất quan trọng không chỉ đối với thuyền viên bộ phận máy mà còn cả với thuyền viên bộ phận boong trên tàu. Vì vậy, toàn bộ thuyền viên trên tàu phải biết cách chạy thử máy phát điện khẩn cấp, theo các quy định được đưa ra theo SOLAS.

Abstract

On ships, there're a separate set of systems provided both on deck and engine room for emergency situations. Some of the most important emergency machinery and systems on board ships are – Emergency compressor, Emergency bilge suction, Emergency fire pump, Lifeboat, and Emergency generator. As per the SOLAS requirements, all emergency equipment/systems must be tested frequently (general practice on a ship- weekly) to ensure they run smoothly when really needed, especially in an emergency situation.

Out of all the systems, the emergency generator is one of the most frequently used machinery as a blackout situation can occur anytime on a ship.

Therefore, it is very important not only for the engineer officer but also for the deck officer/crew to know the ways of starting and testing the emergency generator, as per the regulations laid down under SOLAS.

1. Đặt vấn đề:

Các yêu cầu quan trọng đối với động cơ diesel lai máy phát điện khẩn cấp là:

- Động cơ được trang bị các hệ thống phục vụ độc lập bao gồm: nhiên liệu, thông gió, bôi trơn, làm mát vv
- Nhiên liệu được sử dụng trong động cơ diesel lai máy phát điện khẩn cấp phải có điểm chớp cháy > 43 ° C
- Động cơ diesel lai máy phát điện khẩn cấp sẽ được khởi động tự động khi nguồn cung cấp điện chính không thành công
- Nếu máy phát điện khẩn cấp không khởi động hoặc không nhận tải của các kết nối từ bảng điện khẩn cấp, thì phải có chỉ dẫn trong phòng máy hoặc tại một trạm điều khiển về cách xử lý những lỗi trên.



Hình.1 Hình ảnh tổ hợp máy phát điện khẩn cấp trên tàu

Ngoài việc tuân thủ theo quy định SOLAS Chương II mục 43, công việc quan trọng của các kỹ sư trên tàu là duy trì máy phát điện khẩn cấp ở điều kiện tình trạng tốt.

2. Sau đây là những điểm quan trọng cần nhớ khi phụ trách tổ hợp máy phát điện khẩn cấp:

1. Các hợp chất chống đông được thêm vào nước làm mát động cơ cho các máy phát điện khẩn cấp để đảm bảo nó sẽ khởi động ngay cả ở nhiệt độ rất thấp (nhiệt độ -như). Nếu sử dụng hợp chất chống đông đặc hoàn toàn, pha trộn với nước có chất lượng tốt theo tỉ lệ 1: 1 hoặc theo

nhà sản xuất nêu. Nếu nồng độ chất chống đông có công thức hoàn toàn được giữ cao hơn yêu cầu, hệ thống làm mát có thể tạo ra vấn đề hình thành cặn lắng.

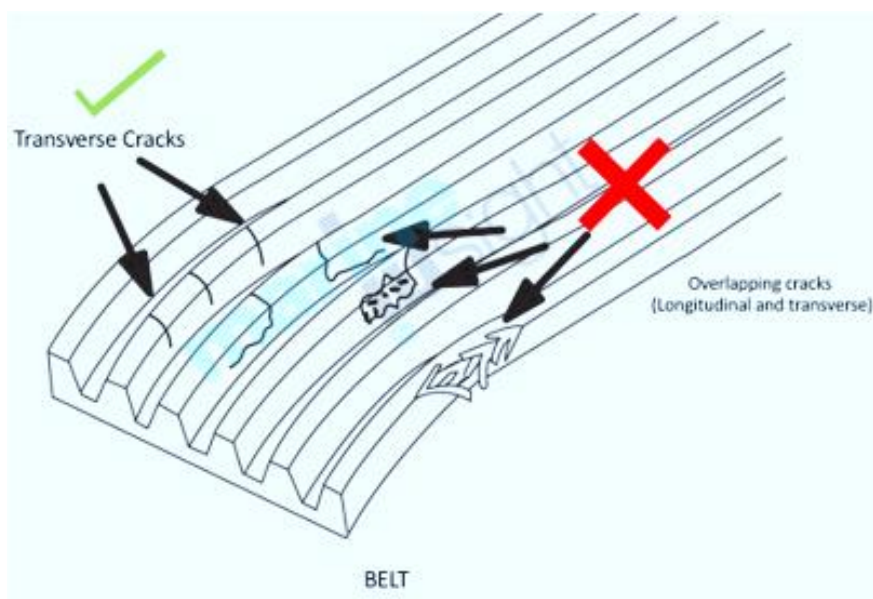
2. Khi trộn dung dịch chống đông vào hệ thống, tránh rót nó một mình trong bộ tản nhiệt. Nó luôn luôn phải được pha trộn với tỷ lệ quy định với nước trước khi đổ vào hệ thống nước làm mát của máy phát điện. Điều này là do tiềm năng của chất lỏng chống đông để loại bỏ nhiệt không tốt bằng nước và đặt hợp chất chống đông băng một mình trong hệ thống làm mát có thể gây ra tình trạng quá nhiệt trước khi các chất lỏng được trộn hoàn toàn với nhau.
3. Chất làm mát được sử dụng trong hệ thống nước làm mát động cơ để kiểm soát quá nhiệt của máy phát điện. Chúng được trộn với nước. Không bao giờ thêm hỗn hợp chất làm mát ở nhiệt độ thấp vào một động cơ nóng. Điều này có thể dẫn đến hư hỏng cho phần vỏ động cơ. Luôn dừng động cơ và để nguội trước khi thêm hỗn hợp chất làm mát.
4. Khi thêm hỗn hợp chất làm mát sau khi sửa chữa lớn hoặc thoát hệ thống làm mát, đảm bảo mở động cơ và lỗ thông hơi sau khi đổ chất làm mát vào hệ thống để thoát khí và tránh không khí
5. Chưa có phương pháp đánh giá tốt để kiểm tra nước làm mát được sử dụng trong máy phát điện khẩn cấp sau một khoảng thời gian dài. Đảm bảo kiểm tra chất lượng nước làm mát mỗi tuần và duy trì ở pH từ 8 - 10,5 để tránh vấn đề quá mức (nếu mức canxi và magiê nhiều hơn) hoặc vấn đề ăn mòn (nếu nồng độ clorua và sulphate cao hơn)
6. Không giống như máy phát điện bình thường, máy phát điện khẩn cấp không nên được dừng chạy trong một thời gian dài. Thời gian nhàn rỗi dài (hơn 10 ngày) sẽ ảnh hưởng đến việc đốt nhiên liệu khi nhiệt độ buồng đốt rất thấp. Điều này sẽ gây ra sự tắc nghẽn carbon của các lỗ phun và kẹt kim phun. Thời gian nhàn rỗi tốt nhất được coi là 3-5 ngày cho máy phát điện khẩn cấp.



Hình 2.1 Bảng điều khiển máy phát khẩn cấp

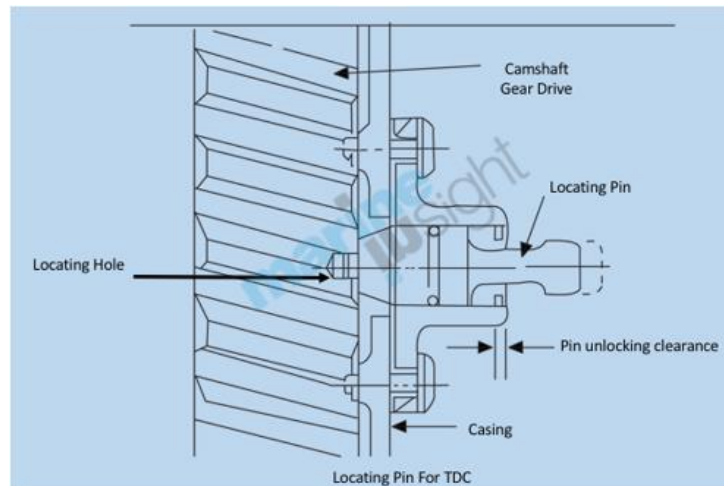
7. Nếu động cơ dừng chạy trong một thời gian dài và nhiệt độ nước làm mát quá thấp (50 – 600 C), nhiên liệu trong buồng đốt sẽ không bị cháy và sẽ làm sạch dầu bôi trơn giữa piston và xilanh, gây hư hỏng cho các bộ phận chuyển động.

8. Các vấn đề phổ biến nhất được tìm thấy trong các dây đai cu loa lai các bơm nước là vết nứt. Các vết nứt ngang (các vết nứt được tạo ra trên chiều rộng vành đai) trên bề mặt của đai được chấp nhận trong giới hạn quy định. Khi vết nứt ngang được nhìn thấy giao nhau với các vết nứt theo chiều dọc, nên thay đổi ngay dây đai.



Hình 2.2 Dây đai máy phát khẩn cấp hư hỏng

9. Các vấn đề phổ biến nhất được tìm thấy trong quạt tản nhiệt là nơi lỏng ốc vít, nối cánh quạt với rôto. Không bao giờ đứng trước quạt (được đặt bên ngoài phòng được tạo ra khẩn cấp, để mở bầu khí quyển) như một ốc vít lỏng hoặc lưới dao bị hỏng có thể dẫn đến thương tích cá nhân. Không bao giờ cố gắng xoay động cơ bằng cánh quạt để tránh thương tích hoặc bị hỏng cánh quạt. Luôn dừng và cách ly động cơ trước khi siết chặt vít trên cánh quạt hoặc thực hiện bất kỳ bảo dưỡng nào khác trên quạt.
10. Luôn luôn kiểm tra bổ sung để điền đầy dầu bôi trơn vào các bộ lọc (hoặc bộ lọc nhiên liệu với dầu nhiên liệu) trước khi khởi động để tránh bị lẫn khí trong hệ thống.
11. Nếu máy phát điện khẩn cấp được cung cấp với hệ thống khởi động khí nén, đảm bảo thiết bị khí nén không có bất kỳ dầu bôi trơn nào. Cần kéo dài vận chuyển dầu bôi trơn sẽ tạo thành màng dầu bôi trơn làm kín xung quanh piston của buồng khí nén và nó sẽ tạo ra áp lực cao cần thiết cho sự khởi động.
12. Sau khi sửa chữa lớn, điều quan trọng là phải xả không khí tồn tại trong dòng nhiên liệu áp suất cao (của vòi phun). Mỗi dòng nhiên liệu áp suất cao được xả khí riêng biệt bằng cách hơi mở vít xả trên đường nhiên liệu bằng cách via động cơ. Nếu động cơ cần phải được khởi động, đảm bảo không được gắn bộ khởi động trong hơn 30 giây và cung cấp khoảng thời gian nghỉ ngơi 2 phút trước khi xả vòi phun tiếp theo.
13. Tránh chạy với hỗn hợp nhiên liệu mở thông với môi trường để ngăn chặn quá tốc độ của máy phát điện hoặc nổ của các bộ phận bên trong. Không khí như vậy là có thể trong khi tải hàng hóa nguy hiểm trên tàu có thể đi vào bên trong máy phát điện khẩn cấp thông qua lượng không khí nạp của nó. Không bao giờ trộn xăng hoặc rượu vì nó có thể gây nổ.
14. Sau khi sửa chữa lớn động cơ phải chú ý lắp đúng dấu của điểm chết trên (TDC) bằng một chốt định vị được cung cấp trong hầu hết các máy phát điện khẩn cấp sẽ nằm trong lỗ của bánh răng gắn vào trục cam, đảm bảo đúng TDC. Khi TDC được đặt chính xác rồi, hãy đảm bảo ra chốt, nếu không khởi động máy phát sẽ làm hỏng chốt và lỗ định vị



Hình 2.3 Chốt xác định điểm chết trên (TDC)

15. Khi tàu đang ở trong vùng nhiệt độ thấp trong thời gian dài hơn, không có điều hòa máy phát điện khẩn cấp ẩm khi nó không hoạt động. Nên sử dụng dầu bôi trơn tổng hợp có nhiệt độ đông đặc thấp với giới hạn tro sunfat nhỏ.

Kết luận

Việc chế tạo và công suất của máy phát điện khẩn cấp thay đổi tùy theo tàu và kỹ sư máy phải biết quy trình vận hành và bảo trì của máy một cách kỹ lưỡng. Những lời khuyên trên vẫn giữ nguyên cho tất cả các mô hình máy phát điện khẩn cấp được trang bị trên các tàu thương mại và trong trường hợp nghi ngờ hoặc hỗ trợ, nó luôn luôn khuyến khích liên hệ với các nhà sản xuất để được khuyến nghị. Tuy nhiên, người kỹ sư máy trên tàu cần có hiểu biết chuyên môn, kinh nghiệm để vận dụng vào từng trường hợp thực tế để tránh xảy ra bất kỳ sự cố đáng tiếc trong quá trình khai thác tổ hợp động cơ diesel lai máy khẩn cấp.

Tài liệu tham khảo

- [1] The Ultimate Guide to Operating Procedures for Engine Room Machinery
- [2] 8 Ways to Monitor and Measure Marine Engine Performance
- [3] Important Points to Consider while Carrying out Alternator Maintenance in Ship's Generator
- [4] 10 Important Tests For Major Overhauling of Ship's Generators tightening checks in the routine
- [5] 8 Important Points To Note For Maintenance Of Emergency Generators On Ship
- [6] 10 Extremely Important Checks Before Starting Marine Engines

ĐÔI NÉT VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN NGÀNH ĐÓNG TÀU THỦY A BRIEF ON DEVELOPMENT HISTORY OF SHIPBUILDING INDUSTRY

ThS. Phạm Ngọc Tuyền
Bộ môn Máy tàu thủy, Khoa Máy tàu biển

Tóm tắt

Tìm hiểu đôi nét về lịch sử hình thành và phát triển ngành Máy tàu thủy nói riêng, ngành đóng tàu thủy nói chung, giúp cho những người làm công tác khoa học hiểu rõ hơn về những tiến bộ và hạn chế của ngành công nghiệp tàu thủy trên thế giới và trong nước, từ đó xác định mục tiêu phấn đấu học tập, nghiên cứu đẩy mạnh cải tiến kỹ thuật, công nghệ giúp cho ngành công nghiệp tàu thủy Việt Nam nói chung, ngành Máy tàu thủy nói riêng sớm hội nhập với khu vực và thế giới.

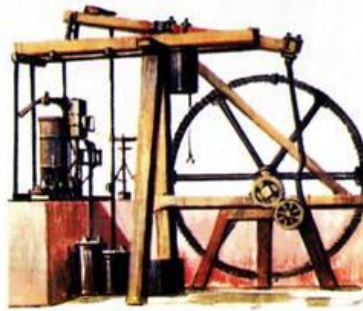
Abstract

Understanding the history of marine engineering in particular, and of shipbuilding industry in general, helps the scientists and researchers to better understand the progress and limitations of the shipbuilding industry. It is the purpose of the study to promote the improvement of technique and technology to help Vietnam shipbuilding industry in general and marine engineering in particular, to soon integrate into the region and the world.

Key words: history of marine engineering, history of shipbuilding industry.

1. Lịch sử phát triển ngành đóng tàu thủy thế giới

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ I được đánh dấu bởi việc phát minh ra chiếc máy hơi nước của James Watt, một kĩ sư người Scotland vào thế kỷ 18 (năm 1770).



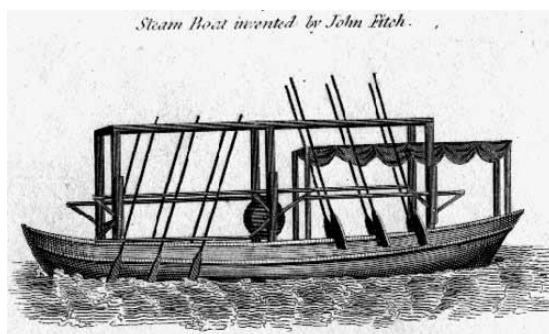
Phot minh máy hơi nước của Giem Oat

Từ đó, máy hơi nước được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp, kể cả công nghiệp tàu thủy. Tại Pháp, nhiều người đã nghiên cứu ứng dụng máy hơi nước vào hoạt động vận chuyển trên sông, mặt nước và họ đã chế tạo những chiếc tàu thủy chạy bằng máy hơi nước chạy thử trên sông Saine.

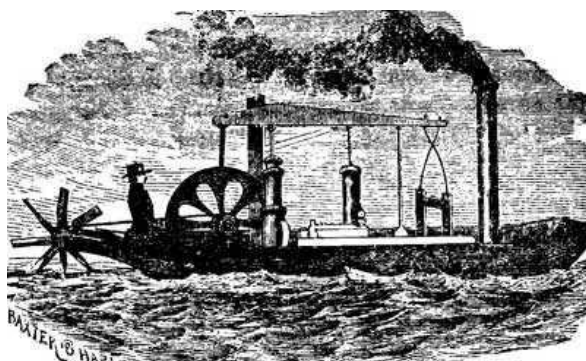
Năm 1785, John Fitch là người Mỹ đầu tiên đóng chiếc tàu thủy chạy bằng hơi nước, có gông bố trí hai bên sườn tàu.



Hai năm sau (1787) ông này đã tiếp tục thử nghiệm lắp động cơ hơi nước trên chiếc thuyền dài 14 mét, có gắn các mái chèo thẳng đứng ở hai bên mạn (06 chiếc/mạn). Dưới tác dụng của động cơ hơi nước, các mái chèo lần lượt nhấc lên cắm xuống, đẩy nước về phía sau, giúp thuyền tiến về phía trước với vận tốc 4 dặm/giờ. Sau khi thử nghiệm thành công, năm 1788 J. Fitch đã cho hạ thủy một chiếc tàu thủy lớn hơn (dài 18 mét) cũng chạy bằng hơi nước, có sức chở được 30 hành khách. Năm 1790 ông đã cho hạ thủy con tàu hơi nước thứ ba với công suất lớn hơn, hệ thống động lực đơn giản hơn và đã chạy thử được 2000 dặm, chuyên chở được cả hàng hóa và hành khách. Nhờ vậy, J. Fitch đã chiếm được ngôi vị độc tôn về đóng tàu thủy tại các tiểu bang New Jersey, New York, Pennsylvania, Delaware và Virginia. Tuy nhiên do hạn chế về năng lực tài chính nên ý tưởng nghiên cứu, phát triển ngành đóng tàu thủy của J. Fitch buộc phải dừng lại.



Tiếp nối sự nghiệp nghiên cứu đóng mới tàu thủy ở nước Mỹ lúc bấy giờ là một sĩ quan quân đội, Đại tá John Stevens, ông không chỉ nhận ra một số sai lầm trong phát minh của J. Fitch, mà còn nhìn thấy tiềm năng rất lớn của phương tiện vận tải thủy. Mặt khác, do có tiềm lực về kinh tế nên ông dễ dàng thực hiện được những cải cách cần thiết. Năm 1798 ông đã cho hạ thủy một chiếc thuyền động cơ hơi nước dài 60 feet (gần 20 mét) nhưng lần thử này thất bại, vì chưa khắc phục được hạn chế của những người đi trước. Lần thử thứ hai cũng không thành công, nhưng Stevens tiếp tục nghiên cứu, thử nghiệm và trở thành một kĩ sư máy hơi nước tài giỏi nhất Hoa Kỳ đầu thế kỷ 19.



Năm 1802, Stevens đã thành công với chiếc thuyền dài 8 mét chạy máy hơi nước, đẩy bằng chân vịt có 4 cánh. Vài năm sau, ông lại thành công với việc hạ thủy một con tàu thứ hai có hai chân vịt, dùng động cơ công suất cao. Đỉnh cao trong nghiên cứu của Stevens là con tàu Phoenix dài 31 mét với động cơ hơi nước đồ sộ, đẩy tàu thông qua hệ thống bánh xe guồng (paddle wheels). Đây chính là con tàu đầu tiên có khả năng vượt biển, nó đã chạy được từ New York tới Philadelphia.



Cùng thời gian này, dân chúng nước Mỹ đang rất quan tâm đến những cuộc chạy thử tàu thủy của Robert Fulton trên dòng sông Hudson. Nhà phát minh này quan niệm tàu và máy là một phương tiện chứ không tách bạch chúng làm hai, do đó ông đi vào nghiên cứu các phương pháp đẩy tàu và cải tiến kiểu dáng vỏ tàu. Năm 1803, Fulton hoàn thành con tàu dài 23 mét, rộng 2,4 mét và chạy thử thành công tại Pháp.

Tháng 8 năm 1807, Fulton đã hạ thủy thành công con tàu mang tên Clermont lắp động cơ do James Watt chế tạo. Con tàu này không đẹp, thực chất là một chiếc xà lan phẳng đáy, máy tàu được đặt phía trước và cũng thông qua hai bánh xe guồng để đẩy tàu. 40 hành khách đã được du hơi nước do J. Watt chế tạo. Con tàu này đi từ New York đến Albany một cách an toàn. Tốc độ ngược dòng của tàu có thể đạt 5 dặm/giờ. Có thể coi đây là một điểm son trong lịch sử Hàng hải thế giới, đồng thời chứng minh được khả năng ứng dụng máy hơi nước vào phương tiện vận tải thủy.

Trong khi tại Mỹ các nhà phát minh đang thử nghiệm chế tạo tàu thủy thì ở các quốc gia khác, những tiến bộ KHKT trong ngành tàu thủy cũng dần dần phát triển. Nhờ những phát minh của Stevens và Fulton mà người ta bắt đầu nghiên cứu cải tiến về động cơ cũng như kiểu dáng con tàu. Vỏ tàu gỗ được thay thế bằng sắt, thép. Động cơ được lắp đặt có công suất ngày càng lớn, các guồng nước được thay thế bằng chân vịt. Những cải tiến đó đã khiến cho những con tàu tăng dần về kích thước, khả năng chuyên chở cũng như quãng đường vận chuyển.



Nổi tiếng nhất về khả năng vượt đại dương bằng động lực hơi nước phải kể đến con tàu Curacao của Hà Lan, khởi hành từ Rotterdam đi West Indies năm 1827.

Vào năm 1838, Công ty Hàng hải hơi nước Anh Mỹ bắt đầu đi vào hoạt động với con tàu Sirius trọng tải 703 tấn. Sau đó, những con tàu khác được lắp động cơ hoàn hảo hơn đã cho phép tàu đi được những chặng đường xa hơn, vận chuyển được nhiều hành khách và hàng hóa hơn. Kỷ lục thời gian vượt biển ngắn nhất (15 ngày) thuộc về con tàu Great Western, trọng tải 1.440 tấn, do công ty Curnard Line đóng năm 1840.

Trong khi bánh xe guồng chứng tỏ được sự thích hợp trên sông hồ, thì lại bất tiện và không hiệu quả đối với những con tàu đi biển. Năm 1836, chân vịt đã được hai nhà phát minh P. Smith người Anh và John Ericson người Thụy điển quốc tịch Mỹ kiểm chứng. Nhiều cuộc thí nghiệm với những con tàu nhỏ đã chứng tỏ rằng khi dùng chân vịt thì lực đẩy tàu mạnh hơn và tiết kiệm nhiên liệu hơn so với sử dụng bánh xe guồng.

Ưu việt của việc sử dụng chân vịt thay cho bánh xe guồng chính thức được khẳng định bởi con tàu Great Britain hạ thủy tại Bristol năm 1844. Con tàu này dài 96 mét, trọng tải 3.440 tấn và có thể đạt vận tốc 12 hải lý/giờ. Với việc trang bị chân vịt và vỏ tàu được đóng bằng sắt đã khiến cho chiếc tàu này mang danh hiệu là “cách mạng”.

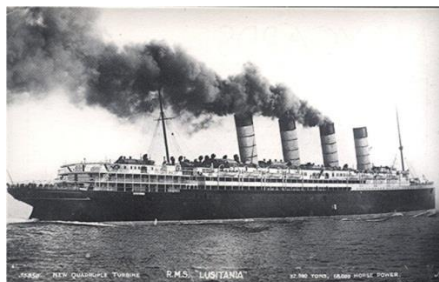
Từ năm 1850, nhiều con tàu tân tiến vỏ sắt dùng chân vịt được đóng mới thay dần các con tàu vỏ gỗ sử dụng bánh xe guồng, nhằm phục vụ làn sóng di dân sang châu Mỹ tăng lên.

Năm 1851 có một biến cố lớn nhất trong lịch sử ngành đóng tàu, đó là thất bại từ việc hạ thủy con tàu Great Eastern. Con tàu này được đóng với mục đích giao thương với Châu Úc và Viễn Đông. Tàu dài hơn 180 mét, trọng tải 18.900 tấn. Để tăng công suất đẩy, người ta thiết kế hệ động lực của tàu bao gồm hai động cơ: 01 động cơ 3.400CV lai bánh xe guồng và 01 động cơ 4.800CV lai chân vịt. Do cấu trúc quá đồ sộ, nên tàu đã bị mắc cạn ngay khi hạ thủy.

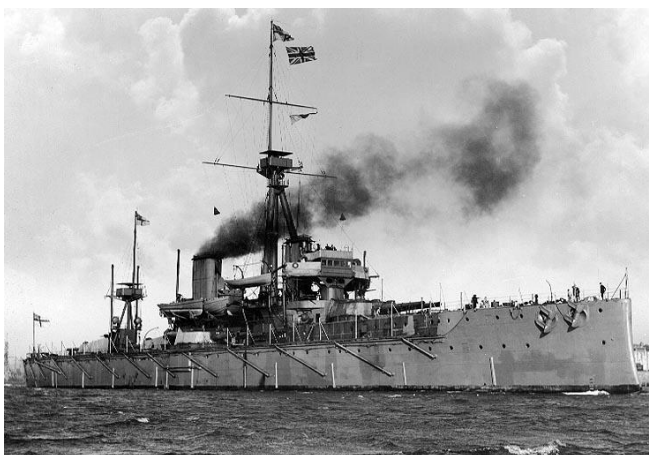
Khoa học kỹ thuật ngày càng phát triển, các nghiên cứu chế tạo tàu thủy ngày càng hướng đến mục tiêu tiết kiệm nhiên liệu và tăng công suất. Từ năm 1854, động cơ kép được ứng dụng khá phổ biến trên tàu thủy. Chân vịt kép cũng bắt đầu được thiết kế, lắp đặt trên tàu từ năm 1862.

Sau này, khi Sir Charles Algernon Parsons phát minh ra động cơ tua bin, năm 1894 xưởng Clyde đã cho hạ thủy con tàu Turbinia, có khả năng chạy với tốc độ 34 hải lý/giờ. Năm 1905, con

tàu Carmania trọng tải 19.000 tấn được lắp động cơ tua bin cũng được hạ thủy thành công. Sự thành công của loại động cơ tua bin đã khiến các xưởng đóng tàu cho ra đời tiếp hai con tàu biển lớn nữa là Mauretania và Lusitania. Tàu Mauretania trọng tải 31.900 tấn, có động cơ tua bin 68.000CV và chân vịt 4 lớp, tốc độ tàu đạt tới 25 hải lý/giờ. Con tàu xuyên đại dương này đã giữ kỉ lục suốt 22 năm liền.



Bên cạnh sự phát triển của loại tàu tua bin, các nhà kỹ thuật đã nghiên cứu ứng dụng động cơ diesel lên tàu thủy. Năm 1903, con tàu của nước Anh mang tên Wandal đã dùng động cơ diesel để phát điện. Lúc đầu động cơ diesel chỉ được sử dụng cho những loại tàu chở hàng hóa, nhưng từ năm 1924 một số tàu chở khách cũng đã được trang bị loại động cơ này. Con tàu lớn đầu tiên sử dụng động cơ diesel là Gribsholm được đóng vào năm 1925. Hai năm sau, Công ty Navigazione Generale Italiana đóng một con tàu khác cũng lắp động cơ diesel, có tên là Augustus trọng tải 32.000 tấn.



Từ năm 1930, động cơ diesel được dùng khá phổ biến cho hệ động lực tàu thủy và ngày càng được cải tiến để đạt đến kỹ thuật hiện đại, hoàn hảo hơn, không còn khói đen như trước.

2. Lịch sử phát triển ngành đóng tàu Việt Nam

Ở nước ta, ngay từ thời Vua Minh Mạng đã muốn phát triển công nghiệp đóng tàu để không phải mua tàu nước ngoài. Tuy nhiên, thực hiện chỉ dụ của nhà vua, từ quan đến thợ không ai dám đứng ra đảm nhận, thậm chí còn khuyên can nhà vua không nên mạo hiểm vì sợ hao tổn công quỹ. Giữa lúc đó, có một người thợ rèn tên là Huỳnh Văn Lịch xin đứng ra đảm nhận. Lập tức ông này được giao là giám đốc xưởng. Cùng cộng tác với ông có một người nữa là Võ Huy Trinh. Hai người phân công nhau điều khiển đám thợ thuyền, dựa trên mẫu một chiếc tàu của Pháp để đóng. Tháng 4 năm Kỷ Hợi (1839) công việc hoàn thành, vua Minh Mạng đã ban thưởng cho giám đốc xưởng đóng tàu Huỳnh Văn Lịch và Võ Huy Trinh. Từ thành công này, năm 1840 hai người này lại cho xuất xưởng thêm ba chiếc tàu chạy bằng hơi nước nữa. Vua Minh Mạng rất hài lòng, Ngài đã đặt tên chiếc tàu lớn là “Phi Yến”, chiếc nhỏ hơn là “Vân Phi”, chiếc nhỏ nhất là “Vũ Phi”. Người thợ rèn Huỳnh Văn Lịch đã trở thành người kỹ sư đóng tàu đầu tiên của nước ta.

Tháng giêng năm 1865, vua Tự Đức phái cử các ông Hoàng Sưởng, Lê Bân cùng một nhóm 9 người thợ đi học tập kỹ thuật chế tạo máy tàu thủy tại Hương Cảng. Tháng 7 năm 1865, nhóm người Việt này đã cho chạy thử thành công một con tàu máy hơi nước do họ chế tạo, trước sự

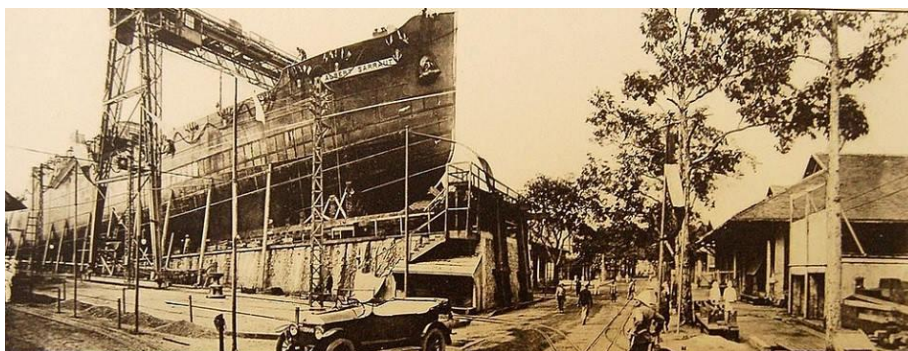
chứng kiến của lãnh sự Anh quốc cùng với những quan chức Pháp và Nhà Thanh (Trung Quốc) rất đông, mọi người đều hết lời ngợi khen.

Tháng 9 năm 1865, con tàu nói trên về đến cửa Thuận An (Huế), vua Tự Đức mừng rỡ, đặt tên con tàu này là “Mẫn Thòa” như một sự ban thưởng cho nhóm chế tạo. Năm 1866, nhà vua lại sai đóng tiếp con tàu Thuận Tiệp, năm 1870 đóng con tàu Đặng Huy,... những con tàu hơi nước liên tục xuất xưởng đã chứng tỏ sự hào hứng, mãn nguyện tột độ của nhà vua trước kỳ tích của người Việt.

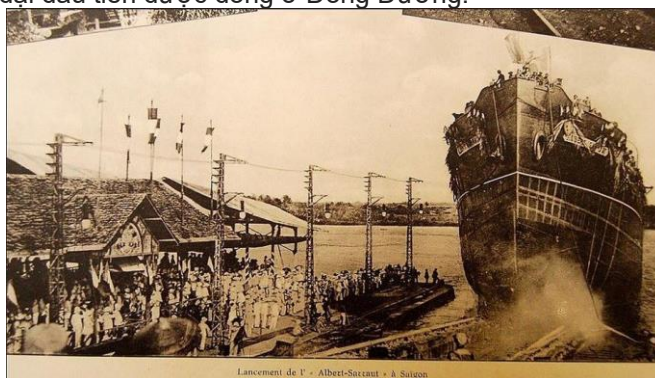
Tuy nhiên, vốn là thuộc địa của Pháp, nên ngành đóng tàu nước ta suốt gần 100 năm (từ 1858 đến 1954) hầu như không được quan tâm, vì người Pháp không muốn đầu tư công nghiệp nặng ở những nước thuộc địa.

Theo sử sách ghi lại, thời Vua Gia Long đã cho xây dựng thủy xưởng đầu tiên tại Ba Son - Sài Gòn để đóng những chiến thuyền. Năm 1861, sau khi chiếm được Nam kỳ, Thực dân Pháp đã quyết định mở rộng quy mô thủy xưởng Ba Son để tăng cường cho hệ thống đóng tàu biển ở chính quốc (Pháp). Ba Son được đổi tên thành “Arsenal” nhằm vào mục đích quân sự. Những năm 60 của thế kỷ XIX, xưởng Arsenal thường xuyên tiếp nhận sửa chữa các loại tàu quân sự và thương mại.

Khoảng cuối thế kỷ XIX, đầu thế kỷ XX, “Arsenal” là một cơ sở quan trọng nhất của thuộc địa Nam Kỳ. Với trang bị hoàn chỉnh, hiện đại, Arsenal Sài Gòn có thể chế tạo những công trình hàng hải hoàn chỉnh, với giá tiền thấp hơn và xuất xưởng nhanh hơn so với các xưởng chế tạo ở chính quốc. Xưởng có 2.000 thợ An Nam và người Hoa, dưới sự giám sát của một đốc công người Pháp. Mặt bằng Arsenal khoảng 22 héc-ta, chu vi 2 km, đường kính (ở nơi dài nhất) là 850 m.



Ngày 23-3-1922, xưởng Ba Son đã hạ thủy tàu “Albert Sarraut”, dài 85 m, rộng 12 m, cao 12 m, chiều chìm 5,9 m, trọng tải 3.100 tấn, công suất 1.100 CV. Đây là chiếc tàu biển lớn nhất và trang bị hiện đại đầu tiên được đóng ở Đông Dương.



Ở miền Bắc, thời Pháp thuộc cũng có một số hãng tàu của Pháp được thành lập. Từ năm 1882, Hãng Sacric thành lập, có tàu chở khách và tàu lai, sà lan chở hàng, có xưởng đóng tàu và sửa chữa tàu thủy. Vào đầu thế kỷ XX, một số nhà tư bản Việt Nam bắt đầu kinh doanh nghề vận tải thủy. Tiêu biểu là nhà tư bản Bạch Thái Bưởi (1874-1932), ông cho thành lập xưởng đóng tàu với 700 công nhân và thuê người Pháp làm đốc công. Ngày 07/9/1919 xưởng này đã hạ thủy con

tàu biển đầu tiên mang tên “*Bình Chuẩn*” chạy bằng động cơ hơi nước. trọng tải 600 tấn, nhưng sự nghiệp của ông cũng bị chính người Pháp chèn ép và công ty của ông buộc phải phá sản.

Ngay sau khi Cách mạng tháng Tám thành công, Chính phủ lâm thời nước Việt Nam dân chủ cộng hòa ra tuyên cáo về việc quản lý các ngành GTVT, kiến trúc, thủy lợi và bưu điện nhằm phục vụ cho cuộc kháng chiến chống Pháp.

Năm 1955, sau khi tiếp quản Thành phố cảng Hải Phòng, ngành GTVT đã tiếp nhận các hãng tàu của Thực dân Pháp. Sau 3 năm phục hồi kinh tế và ổn định đời sống người dân (1955-1957), Bộ Giao thông công chính đã tiếp tục đầu tư tăng cường cơ sở vật chất cho vận tải thủy. Từ đây, Xưởng đóng tàu I được xây dựng trên cơ sở Lục Lộ thủy của Pháp (sau này là Nhà máy Đóng tàu Hạ Long bên bờ sông Cẩm), Xưởng đóng tàu III (sau này là Nhà máy Đóng tàu Tam Bạc) hình thành trên cơ sở hãng tàu Sacric của Pháp.

Nhà máy đóng tàu Bạch Đằng thành lập tháng 6 năm 1961, được mệnh danh là chiếc nôi của ngành công nghiệp đóng tàu Việt Nam. Thực hiện kế hoạch 5 năm lần thứ I (1961-1965), Nhà máy bắt đầu đi vào hoạt động, tháng 7 năm 1964 khởi công đóng con tàu lớn đầu tiên mang tên 20.7, trọng tải 1.000 tấn. Sau một năm thi công, con tàu mới được hạ thủy (tháng 7 năm 1965).



Đầu năm 1962, Xưởng Đóng tàu I được giao nhiệm vụ đóng 4 chiếc tàu đánh cá vỏ gỗ cỡ nhỏ theo kiểu tàu đánh cá của ngư dân miền Nam, lắp động cơ Grey Marin 220 CV của Mỹ và động cơ Suda của Tiệp Khắc, nhằm ngụy trang để bí mật vận chuyển vũ khí, quân lương, nhu yếu phẩm cho quân giải phóng ở vùng biển phía Nam. Cùng thời gian này, Xưởng đóng tàu III đã có khả năng đóng tàu vỏ sắt, lắp động cơ Trung Quốc 360 CV. Đặc biệt cuối năm 1962 xưởng này đã nhận nhiệm vụ đóng 6 con tàu vỏ sắt, trọng tải 100 tấn, lắp máy 6NVD36 của Đức, nhằm mục đích bí mật vận chuyển vũ khí, đạn dược từ Hải Phòng đi Cà Mau, phục vụ “Chiến dịch Ấp Bắc”, mở màn cho câu chuyện huyền thoại “Đường Hồ Chí Minh trên biển”.

Kể từ sau ngày miền Nam được hoàn toàn giải phóng (1975), đất nước thống nhất, nhờ ưu thế sở hữu trên 3.200 km bờ biển, ngành công nghiệp tàu thủy nước ta được quan tâm phát triển mạnh. Năm 1996 Tổng công ty đóng tàu được thành lập, sau đó đổi tên thành Tổng công ty công nghiệp tàu thủy Việt Nam (VINASHIN). Tuy nhiên, tất cả các công ty đóng tàu trong nước cũng chỉ dừng lại ở trình độ nâng cao tỷ lệ nội địa hóa, còn động cơ chính của tàu vẫn phải nhập ngoại, chứ chưa có chiếc tàu biển nào được lắp máy chính do Việt Nam sản xuất.

Đến đầu năm 2010, Tập đoàn VINASHIN đã hợp tác với Công ty Công nghiệp nặng Mitsubishi (Nhật Bản) cho ra đời Nhà máy chế tạo và lắp ráp động cơ diesel Vinashin – Mitsubishi tại Tổng Công ty CNTT Bạch Đằng. Có thể coi đó là nhà máy chế tạo, lắp ráp động cơ tàu thủy đầu tiên tại Việt Nam. Tuy nhiên, liên doanh này đã sớm ngừng hoạt động sau sự đổ vỡ của Tập đoàn VINASHIN. Từ đó đến nay, Ngành công nghiệp tàu thủy Việt Nam bước vào giai đoạn tái cơ cấu....

Ngành Cơ khí thủy của Trường Đại học Hàng hải Việt Nam ra đời từ năm 1962 (cách đây gần 60 năm), đã góp phần đào tạo cho đất nước nhiều thế hệ kỹ sư thiết kế, sửa chữa máy tàu thủy, nhưng có thể nói việc sản xuất động cơ thủy “Made in Vietnam” vẫn là câu chuyện xa vời đối với ngành công nghiệp tàu thủy nước nhà.

XU HƯỚNG CHỌN ĐỘNG CƠ CHÍNH CHO TÀU CONTAINER TRÊN 8.000 TEU

TRENDS IN ENGINE SELECTION FOR OVER 8000 TEU CONTAINER VESSELS

ThS. Nguyễn Anh Việt
Bộ môn Máy tàu thủy, Khoa Máy tàu biển

Tóm tắt

Tàu chở container là một trong ba nhóm tàu lớn nhất (bao gồm tàu chở container, tàu chở hàng rời, tàu chở dầu) của đội tàu thương mại, bởi vậy cần phải có quan tâm đặc biệt đến nhóm tàu này. Bài báo giới thiệu và trình bày xu hướng chọn động cơ chính cho tàu container có sức chở trên 8.000 TEU được đóng trong phạm vi 10 năm trở lại đây (2008-2018). Bao gồm: các giới hạn chi phối đến lựa chọn động cơ chính, chọn công suất động cơ và tốc độ, chọn công suất động cơ theo dữ liệu thống kê, tham chiếu các tàu đóng mới.

Abstract

Container vessels, tankers and bulk carriers are the three largest groups of vessels within the merchant fleet and, therefore, these market segments deserve great attention. This paper presents the trends in main engine selection for container vessels, with a capacity of over 8,000 TEUs built within the last 10 years (2008-2018). It includes: boundary conditions for the engine selection, engine power and speed selection, selection of engine power according to statistical data, reference of newbuilding cases.

Key words: Container Vessels, Propulsion Trends.

Tổng quan về động cơ chính cho tàu container trên 8.000 TEU

Xu hướng tăng sức chở của các tàu container cỡ lớn vẫn đang tiếp diễn, nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng gia tăng về vận tải hàng hóa giữa các châu lục trên thế giới.

Tàu container đầu tiên với sức chở hơn 8.000 TEU được đóng vào năm 1997. Tiếp theo, đến năm 2013, tàu container đầu tiên với sức chở lên đến hơn 18.000 TEU được bàn giao và đi vào hoạt động. Đánh dấu cho năm 2017, là sự kiện tàu container với sức chở trên 21.000 TEU lần đầu tiên được đưa vào khai thác.

Ban đầu, công suất động cơ chính được lựa chọn theo xu hướng tăng lên. Nhưng đến năm 2010, dường như xu hướng này dừng lại do việc khai thác tàu với tốc độ giảm xuống so với tốc độ tối đa có thể (slow steaming). Có thể thấy qua ví dụ, các tàu container với sức chở 8.500 TEU đầu tiên được lắp đặt động cơ chính với công suất khoảng trên 62.000 kW (động cơ Wärtsilä 12RT-flex96C hoặc MAN B&W 12K98MC-C), nhưng với động cơ chính có công suất trên 80.000 kW (động cơ Wärtsilä 14RT-flex96C) lại được lắp đặt trên các tàu container có sức chở 14.000 TEU được bàn giao từ năm 2006.

Đặc biệt, với các tàu container mới nhất có sức chứa trên 18.000 TEU đã và đang được đặt hàng, công suất lắp đặt của các động cơ chính tương đối thấp, vào khoảng 55.000 kW đến 60.000 kW (động cơ Wärtsilä 11X92, MAN B&W 9S90ME-C10.2 hoặc 10S90ME-C10.2). Tương tự, một số tàu 14.000 TEU đóng mới đã được đặt hàng, có công suất động cơ chính dưới 40.000 kW (động cơ Wärtsilä 8X92 hoặc 9X82). Thậm chí, một số tàu container có sức chở trên 20.000 TEU (trọng tải trên 200.000 DWT) được bàn giao vào năm 2018, cũng chỉ lắp đặt các động cơ có công suất khoảng 60.000 kW (động cơ Wärtsilä 11X92).

Sở dĩ nhu cầu công suất động cơ chính thấp hơn trong các đơn hàng đóng tàu container hiện nay, có thể giải thích, đó là do khuynh hướng giảm lượng tiêu thụ nhiên liệu. Đồng thời, các nhà máy đóng tàu đã cải thiện đáng kể thiết kế thân tàu và hiệu suất của hệ thống đẩy, dẫn đến có thể giảm tới 10% công suất đẩy ở cùng một tốc độ, kết hợp với việc sử dụng các động cơ có hiệu suất sử dụng nhiên liệu tốt hơn.

Ngoài ra, chủ tàu và các nhà khai thác tàu đã chủ động giảm đáng kể tốc độ thiết kế của tàu, do đó cho phép đạt được những thay đổi lớn trong việc giảm các yêu cầu về công suất của động cơ chính.

Các yếu tố chi phối đến xu hướng lựa chọn động cơ chính

Chỉ số thiết kế năng lượng hiệu quả - EEDI

Trong năm 2012 IMO (Tổ chức Hàng hải Quốc tế), cơ quan quản lý các tàu biển quốc tế, đã giới thiệu Chỉ số thiết kế năng lượng hiệu quả (EEDI) để giúp thúc đẩy các nỗ lực nhằm giảm phát thải khí nhà kính, cụ thể là CO₂, từ các tàu biển. Giá trị EEDI của một tàu cụ thể, được tính là

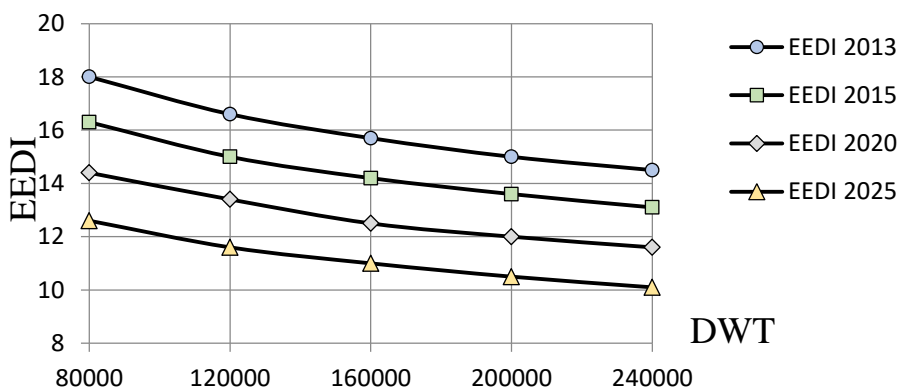
lượng khí CO₂ thải ra từ tàu đó cho mỗi một đơn vị vận chuyển hàng hóa tính theo tấn trọng tải trên hải lý.

Giá trị tham chiếu của EEDI tùy thuộc vào ngày ký kết hợp đồng, và được định nghĩa trong quy định 21 của Phụ lục Marpol VI (cũng được mô tả trong các nghị quyết IMO MEPC 203 (62), xem www.imo.org). Một bản hướng dẫn để đánh giá giá trị EEDI của tàu được đưa ra trong nghị quyết MEPC 245 (66). Để đảm bảo tính cải tiến liên tục, sự đổi mới trong ngành vận tải biển và đóng tàu, ngưỡng mục tiêu được giảm theo từng giai đoạn.

Ngưỡng chỉ số EEDI cho các tàu container được xây dựng từ ngày 1 tháng 1 năm 2013 đến ngày 31 tháng 12 năm 2014, tính theo công thức:

$$174,22 \cdot DWT^{-0,201} \quad (g / DWT / NM) \quad (1)$$

Từ ngày 1 tháng 1 năm 2015, ngưỡng EEDI được giảm 10%, từ ngày 1 tháng 1 năm 2020 được giảm 20% và từ ngày 1 tháng 1 năm 2025 được giảm 30%.



Hình 1: Giá trị giới hạn EEDI (của IMO) cho các tàu container có trọng tải lớn

Ví dụ cho một tàu 14.000 TEU, với trọng tải khoảng 160.000 DWT, được đóng mới sau năm 2015 cần phải đáp ứng giới hạn 14,1 g/dwt/hải lý (tham khảo Hình 1).

Để đạt được một ngưỡng EEDI thấp, các biện pháp chính sau đây có thể được xem xét áp dụng trong việc lựa chọn động cơ chính:

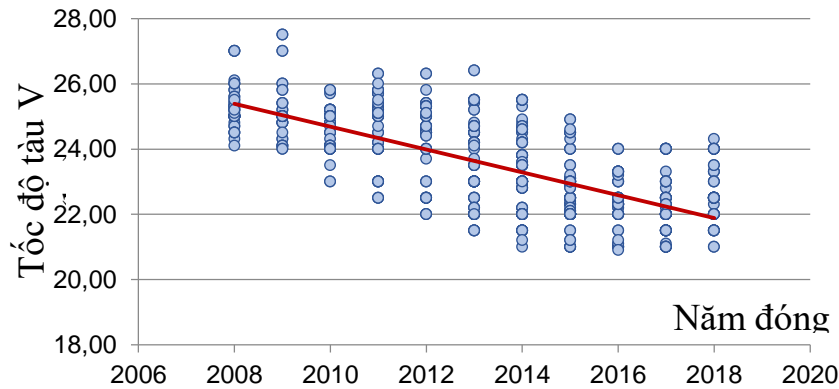
- 1) Giảm công suất lắp đặt của động cơ chính (hoặc bằng cách tăng hiệu suất thân tàu và lực đẩy, hoặc bằng cách giảm tốc độ thiết kế tàu tối đa).
- 2) Chọn động cơ có mức tiêu thụ nhiên liệu thấp hơn.
- 3) Sử dụng các công nghệ tiết kiệm năng lượng bổ sung, chẳng hạn như thu hồi nhiệt thải.
- 4) Sử dụng nhiên liệu gas thay vì HFO, vì nó có ít khí thải CO₂ hơn ứng với một lượng năng lượng tương đương khi cháy.

Nền kinh tế toàn cầu, khả năng vận chuyển container và giá nhiên liệu

Tốc độ tàu thiết kế là yếu tố then chốt trong việc xác định công suất cần thiết của động cơ chính. Tốc độ tàu tối ưu bị ảnh hưởng mạnh bởi môi trường kinh tế thực tế và trạng thái của thị trường vận tải container.

Ví dụ, trong trường hợp tỷ lệ nhu cầu vận chuyển của thị trường thấp đi so với khả năng vận chuyển của tàu container hiện có, việc giảm tốc độ tàu có thể được coi là một giải pháp để giảm chi phí vận hành và đảm bảo tàu được có được trọng tải tốt nhất. Ngược lại, nếu nhu cầu thị trường tăng cao, có thể dẫn đến ấn định tốc độ tàu cao hơn (xem Hình 2).

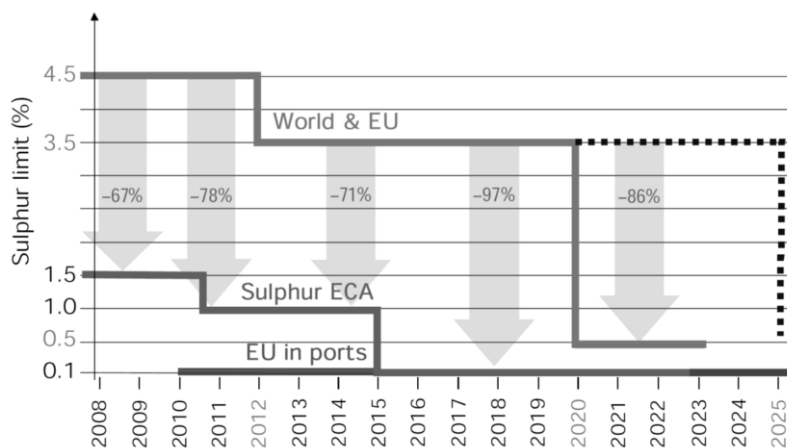
Với giá nhiên liệu rất thấp, tầm quan trọng của nhiên liệu đối với chi phí vận hành bị giảm đi và khả năng tăng tốc độ tàu có thể được xem xét, nhằm tối đa hóa hiệu quả khai thác tàu. Khi đạt mục tiêu cho một số lượng container cụ thể được vận chuyển cho mỗi chuyến hành trình, điều đó cũng đồng nghĩa với việc sẽ làm giảm số lượng tàu cần thiết cho một chuyến hành trình chiều ngược lại.



Hình 2: Xu hướng giảm tốc độ thiết kế của tàu container từ 2008 đến 2018

Các quy định liên quan đến nhiên liệu

Các quy định do IMO hoặc chính quyền địa phương ban hành, giới hạn hàm lượng lưu huỳnh tối đa cho phép trong nhiên liệu được sử dụng, có thể có tác động đáng kể đến chi phí hoạt động của tàu hiện nay. Giới hạn lưu huỳnh ngưỡng 3,5% kể từ năm 2012, được dự kiến sẽ giảm xuống còn 0,5%. Giới hạn này sẽ được áp dụng ở các nước EU từ năm 2020. IMO sẽ quyết định vào năm 2018 về việc thực hiện mức lưu huỳnh trên toàn thế giới vào năm 2020 hoặc 2025 (Hình 3).



Hình 3: Các quy định của IMO về phát thải lưu huỳnh hiện tại và tương lai

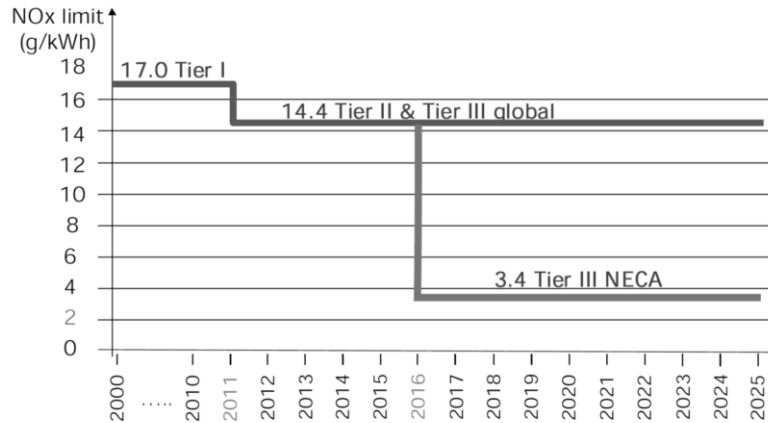
Các mức lưu huỳnh khác nhau chỉ có tác động nhỏ đến sự lựa chọn động cơ, vì các động cơ diesel hai kỳ của MAN B&W và Wärtsilä (WinGD) được thiết kế ngay nay có thể đốt cháy bất kỳ loại nhiên liệu diesel nào mà không có bất cứ hạn chế nào.

Tuy nhiên, các ngưỡng hạn chế lưu huỳnh có thể ảnh hưởng đến việc lựa chọn sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp, hoặc vẫn tiếp tục với các nhiên liệu HFO có hàm lượng lưu huỳnh cao và áp dụng các thiết bị lọc khí thải để loại bỏ khí thải lưu huỳnh (SO_x) từ dòng khí thải.

Một lựa chọn khác, đó là việc sử dụng LNG làm nhiên liệu chính, do đó giảm lượng khí thải lưu huỳnh xuống mức thấp nhất và giảm lượng khí thải CO_2 từ 25% đến 30%. Các bước đột phá công nghệ động cơ dual-fuel áp suất thấp đã được thực hiện bởi MAN B&W và Wärtsilä.

Giới hạn phát thải NO_x

Giới hạn phát thải NO_x áp dụng toàn cầu được IMO thực hiện vào năm 2000 (Tier I), và tiếp theo là giảm thêm vào năm 2011 (Tier II). Các quy định về Tier III thể hiện một bước tiến lớn hơn, mặc dù giới hạn phát thải thấp hơn chỉ có giá trị trong các khu vực ECA được chỉ định (Hình 4).



Hình 4: Quy định của IMO về giới hạn phát thải NO_x theo thời gian đặt ky của tàu

Để đáp ứng các giới hạn phát thải NO_x Tier III thấp, động cơ diesel đòi hỏi phải được áp dụng công nghệ giảm NO_x. Đối với các động cơ thấp tốc của Wärtsilä hoặc MAN B&W, công nghệ SCR được cung cấp với hai giải pháp:

1) SCR áp suất cao (HP SCR), được lắp đặt giữa hộp gom khí thải và tu-bin tăng áp, nó có thể tích nhỏ nhất, nhưng phải được đặt trong buồng máy.

2) SCR áp suất thấp (LP SCR), cho phép lắp hộp SCR sau tua-bin tăng áp, bên ngoài buồng máy hoặc trong hộp khói.

Việc chọn giải pháp phù hợp cần dựa trên thiết kế của tàu và các yêu cầu của chủ tàu.

Mô hình hệ thống đẩy linh hoạt

So với trước năm 2008, tình hình cung cầu thay đổi, giá nhiên liệu thay đổi, khả năng sử dụng các nhiên liệu khác nhau, đồng thời các quy định phát thải mới đã mang lại lợi thế cho các thiết kế tàu với hệ thống đẩy linh hoạt, được cấu trúc lại nhằm đạt hiệu suất tối ưu theo mọi điều kiện.

Sự linh hoạt này có thể được giải quyết theo ba cách khác nhau, tương ứng với các khái niệm thỏa hiệp khác nhau giữa tính linh hoạt và chi phí liên quan để đạt được mục đích:

1) Sử dụng một thiết kế có thể dễ dàng thay đổi nhất, để hoạt động hiệu quả ở bất kỳ điều kiện mới nào.

2) Chỉ đầu tư một lượng nhỏ cho thiết kế ban đầu, chuẩn bị điều kiện để hoán cải và nâng cấp về sau, với chi phí ít hơn và ít tốn thời gian hơn.

3) Không chuẩn bị trong giai đoạn đóng mới và chỉ quyết định sửa đổi về lắp đặt khi có những thay đổi lớn đối với các yêu cầu về giới hạn.

Chọn công suất động cơ

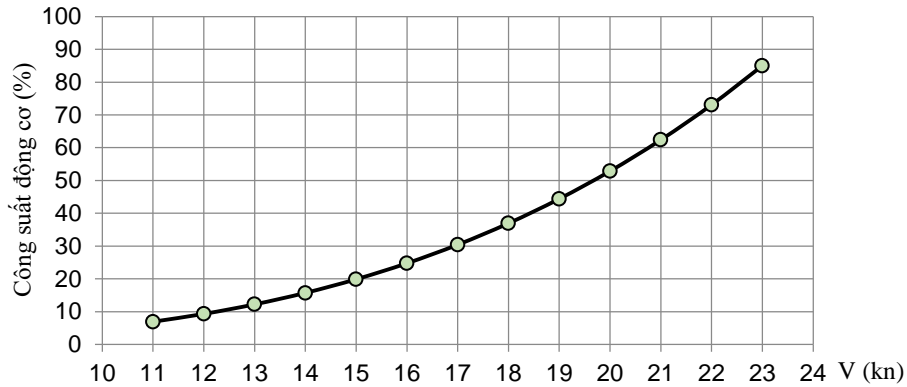
Theo quan hệ tốc độ tàu và công suất động cơ

Có thể thấy, một sự thay đổi tuy rất nhỏ của tốc độ tàu, nhưng lại dẫn đến những thay đổi đáng kể đối với công suất động cơ đẩy. Sự tương quan này được biểu diễn bằng công thức sau:

$$P = AV^n \quad (2)$$

Độ lớn của hằng số A tùy thuộc chủ yếu vào thiết kế phần chìm dưới nước của thân tàu và điều kiện môi trường, dòng nước mà tàu khai thác.

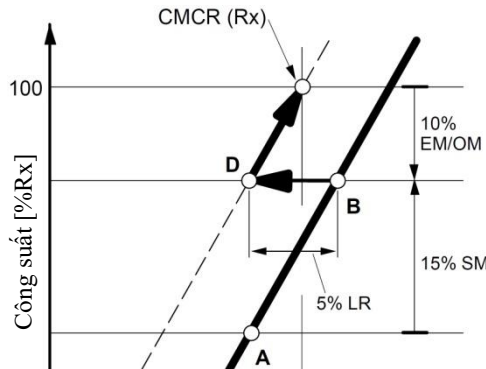
Hệ số n phụ thuộc vào thiết kế thân tàu và chong chóng. Đối với các tàu container cỡ lớn (được thiết kế theo xu hướng giảm tốc độ, từ năm 2015 trở lại đây), có tốc độ thiết kế lớn nhất 23 kn và tốc độ phục vụ khoảng 21 kn, tương ứng n có giá trị là 3,4. Với giá trị nói trên, mối quan hệ giữa tốc độ tàu và công suất động cơ có thể được biểu diễn bằng % công suất động cơ đẩy như trên đồ thị Hình 5.



Hình 5: Tương quan tốc độ và công suất động cơ đối với tàu container trên 8.000 TEU

Theo điều kiện và điểm công tác

Bắt kỳ một sự lựa chọn động cơ nào đều bắt đầu từ bài toán công suất tiêu thụ và tốc độ của chong chóng phải đáp ứng tốc độ thiết kế của tàu. Các giá trị tham chiếu từ bài toán này được đưa ra cho điều kiện môi trường lý tưởng, với thân tàu hoàn toàn mới. Như vậy, cần phải bổ sung các lượng dự trữ về công suất, để động cơ có thể vận hành được an toàn trong điều kiện thực tế. Thông thường, công suất cần thiết sơ bộ của chong chóng và tốc độ quay dựa trên việc tính toán lý thuyết, ứng với tải của tàu và thường được thử nghiệm trong bể thử. Tất cả đều được giả định trong điều kiện hoạt động tối ưu, tức là vỏ tàu trơn nhẵn (sạch) và thời tiết tốt. Tập hợp thông số: tốc độ quay và công suất thu được, gọi là điểm thiết kế chong chóng của tàu A và được đặt trên đường cong đặc tính chong chóng (Hình 6). Mặt khác, một số nhà máy đóng tàu hoặc nhà máy chế tạo chong chóng, lại sử dụng một điểm thiết kế chong chóng là B, trong đó có kể đến tất cả hoặc một phần lượng dự trữ như mô tả dưới đây.



Hình 6: Mô tả biên độ tải (LR), dự trữ cho điều kiện hoạt động (SM), dự trữ của động cơ (EM)

LR - Biên độ nặng – nhẹ tải (biên độ tải), biểu diễn đường cong đặc tính chong chóng thay đổi (công suất, tốc độ quay của chong chóng) do bản của thân tàu và chong chóng, do điều kiện thời tiết khác nghiệt.

SM – Dự trữ công suất cho điều kiện hoạt động, đáp ứng nhu cầu tăng công suất do thân tàu bị bẩn và điều kiện thời tiết khác nghiệt.

EM – Dự trữ công suất cho động cơ, đáp ứng dự trữ năng lượng cơ học và nhiệt động lực học để có thể vận hành với mức tiêu thụ nhiên liệu tốt nhất.

Đối với biên độ tải, nên sử dụng giá trị từ 4% đến 7%. Các giá trị về lượng dự trữ công suất cho điều kiện hoạt động và cho động cơ, thường được chọn, lần lượt là 15% và 10%.

Theo lựa chọn chong chóng

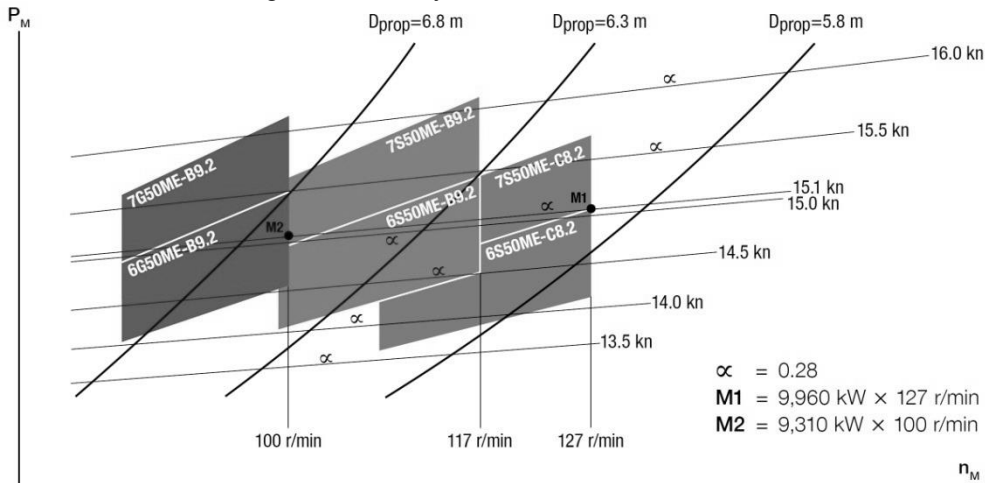
Việc lựa chọn thiết kế chong chóng có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất đẩy. Theo quy luật, tốc độ quay của chong chóng càng thấp, thì đường kính càng lớn. Tốc độ quay tối đa của chong chóng thường bị giới hạn bởi tốc độ quay tối đa cho phép. Với chong chóng có đường kính lớn hơn, có thể đạt được hiệu suất tối đa.

Nhằm đạt được hiệu suất đẩy η_D cao nhất, người ta thường chọn đường kính chong chóng d lớn nhất đến mức có thể. Tuy nhiên, lúc đó phải xem xét đến các yếu tố ảnh hưởng và các điều kiện đặc biệt khác. Chẳng hạn, hình dạng vòm đuôi tàu rất khác nhau, nó phụ thuộc vào loại tàu và phương án thiết kế tàu. Ngoài ra, khe hở cần thiết giữa các điểm nút trên cánh chong chóng đến vỏ bao thân tàu cũng phụ thuộc vào loại chong chóng.

Việc giới hạn về kích thước của chong chóng là một điểm hạn chế, đặc biệt đối với tàu container, vì loại tàu này rất ít khi hành hải trong tình trạng có dãn. Tất cả các yếu tố phân tích trên cho thấy rằng, không thể đưa ra một tỷ lệ chính xác về đường kính chong chóng d/D (đường kính thực/đường kính thiết kế phương án). Tuy nhiên, một cách gần đúng có thể đưa ra tỷ lệ $d/D < 0,74$ cho tàu container.

Xu thế phát triển với nhiều công nghệ tiên tiến, tất nhiên là để tối ưu đường hình dáng (tuyến hình) khu vực vòm đuôi tàu và thân tàu – bao gồm cả mũi quả lê, nhưng trong đó cũng có việc xem xét đến hoạt động của tàu trong trạng thái dãn, để có thể lắp đặt được chong chóng có đường kính lớn hơn và do đó đạt được hiệu suất chong chóng cao hơn, nhưng ở tốc độ quay tối ưu đã được giảm xuống.

Đường tốc độ tàu không đổi α , như trong ví dụ được đưa ra trên Hình 7, cho thấy công suất cần thiết tại các tốc độ quay khác nhau của chong chóng để duy trì một tốc độ tàu không đổi, đồng thời cung cấp đường kính chong chóng tối ưu với tỷ số bước tối ưu dùng cho bất cứ một tốc độ nào cho trước, có tính đến tổng hiệu suất đẩy.



Hình 7: Ví dụ về đường tốc độ tàu không đổi, ứng với các đường kính khác nhau

Thông thường với một tàu cụ thể, nếu sử dụng các chong chóng có số cánh giống nhau, nhưng khác nhau về đường kính, mối quan hệ giữa công suất cần thiết và tốc độ quay của chong chóng có thể tính theo công thức sau:

$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^\alpha \quad (3)$$

Trong công thức (3): P là công suất đẩy, n là tốc độ quay của chong chóng, α là hệ số tốc độ tàu không đổi.

Đối với bất cứ tổ hợp tham số công suất và tốc độ quay nào, mỗi điểm trên đường tốc độ tàu không đổi đều cho cùng một tốc độ tàu. Để xác định đường kính chong chóng khi được cung cấp tỷ số bước tối ưu, đối với tàu container, có thể lấy giá trị $\alpha = 0,15 - 0,25$ cho việc thay đổi đường kính chong chóng.

Ví dụ trong Hình 7, khi một tàu tăng đường kính chong chóng, và hành trình với tốc độ quay của chong chóng tại SMCR là $n_{M1} = 127$ r/min đến $n_{M2} = 100$ r/min, công suất đẩy cần thiết:

$$P_{M2} = P_{M1} \cdot \left(\frac{n_{M2}}{n_{M1}} \right)^\alpha = P_{M1} \cdot \left(\frac{100}{127} \right)^{0,28} = 0,935 \cdot P_{M1} \quad (4)$$

Theo kết quả của (4), công suất sẽ giảm được khoảng 6,5%. Qua ví dụ này cho thấy, một động cơ khác sẽ được lựa chọn để lắp đặt, điều này chứng tỏ rằng tiềm năng tiết kiệm nhiên liệu là rất lớn với những động cơ có tốc độ quay siêu chậm kiểu này.

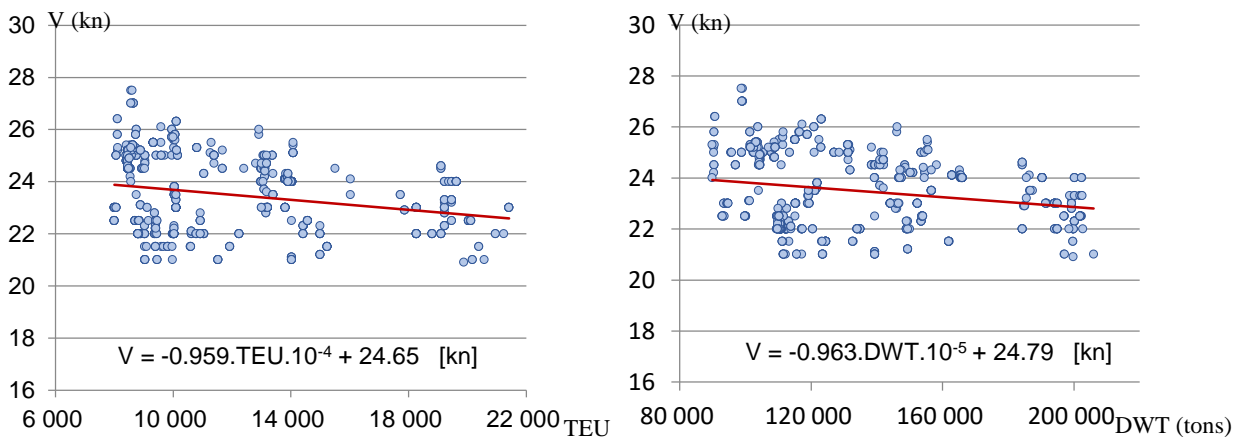
Khi thay đổi tốc độ quay của chong chóng bằng thay đổi tỷ số bước, hằng số α sẽ có giá trị khác nhau.

Theo số liệu thống kê

Kết quả khảo sát hơn 700 mẫu tàu container có sức chở trên 8.000 TEU (do tác giả thống kê), được thiết kế và đóng mới trong khoảng thời gian từ năm 2008 đến 2018, đã thể hiện xu hướng lựa chọn công suất động cơ chính. Đồng thời, cơ sở dữ liệu có thể dùng làm tài liệu tham chiếu cho lựa chọn động cơ chính của nhóm tàu này.

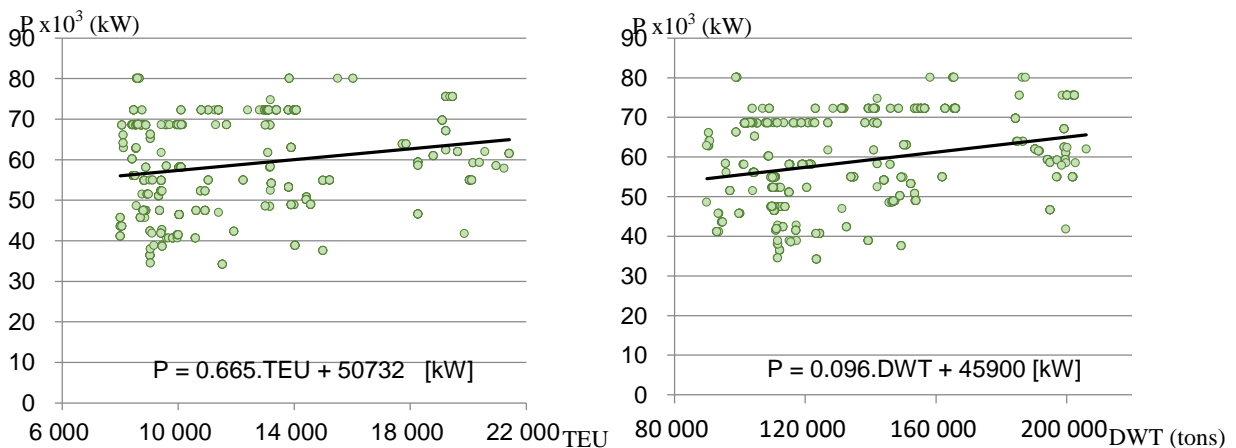
Tốc độ tàu

Trong Hình 8, tốc độ tàu trung bình V được sử dụng cho thiết kế hệ thống động cơ đẩy và được xác định là phù hợp với sức chở TEU và trọng tải thiết kế của tàu DWT, biểu diễn như một hàm số quan hệ với các tham số nói trên.



Hình 8: Xu hướng tốc độ tàu theo quan hệ V -TEU, V -DWT

Công suất tuyệt đối



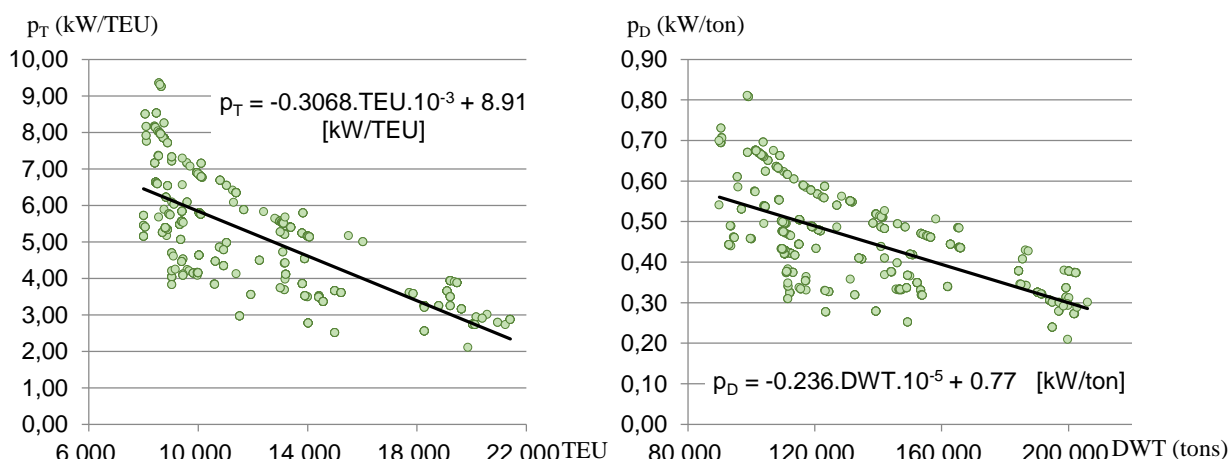
Hình 9: Xu hướng công suất động cơ lắp đặt, theo quan hệ P -TEU, P -DWT

Công suất tương đối

Chỉ số công suất tương đối tính theo sức chở (p_T) hoặc trọng tải tàu (p_D) của hệ thống động cơ đẩy tàu container, là tỷ số giữa tổng công suất của các động cơ chính với sức chở hoặc trọng tải của tàu. Công thức và số liệu tham chiếu cho trong (5) và Hình 10.

$$p_T = \frac{P}{TEU}, (kW / TEU); \quad p_D = \frac{P}{DWT}, (kW / ton) \quad (5)$$

Trong công thức (5): P là tổng công suất của các động cơ chính (kW); TEU là sức chở theo thiết kế (TEU); DWT là trọng tải của tàu ở trạng thái toàn tải (tons).



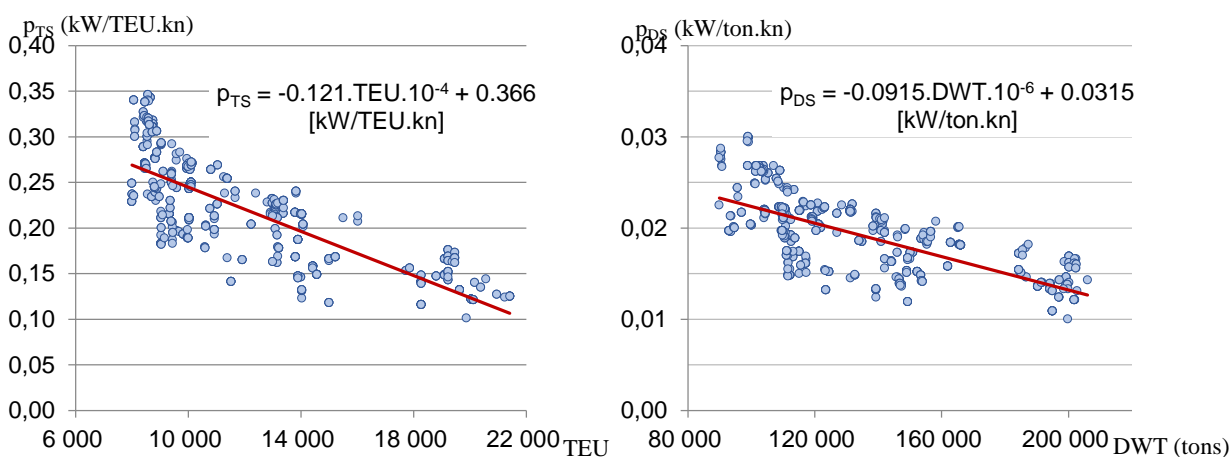
Hình 10: Chỉ số công suất tương đối, theo quan hệ p_T -TEU, p_D -DWT

Công suất hiệu quả

Chỉ số công suất hiệu quả tính theo sức chở (p_{TS}) hoặc trọng tải tàu (p_{DS}) của hệ thống động cơ đẩy tàu container, là tỷ số giữa tổng công suất của các động cơ chính với tích số của sức chở (TEU) hoặc trọng tải (DWT) và tốc độ tàu. Công thức và số liệu tham chiếu cho trong (6) và Hình 11.

$$p_{TS} = \frac{P}{TEU.V}, (kW/TEU.kn); p_{DS} = \frac{P}{DWT.V}, (kW/ton.kn) \quad (6)$$

Trong công thức (6): P là tổng công suất của các động cơ chính (kW); TEU là sức chở theo thiết kế (TEU); DWT là trọng tải của tàu ở trạng thái toàn tải (tons); V là tốc độ thiết kế của tàu (kn).



Hình 11: Chỉ số công suất hiệu quả, theo quan hệ p_{TS} -TEU, p_{DS} -DWT

Tham chiếu các trường hợp đóng mới

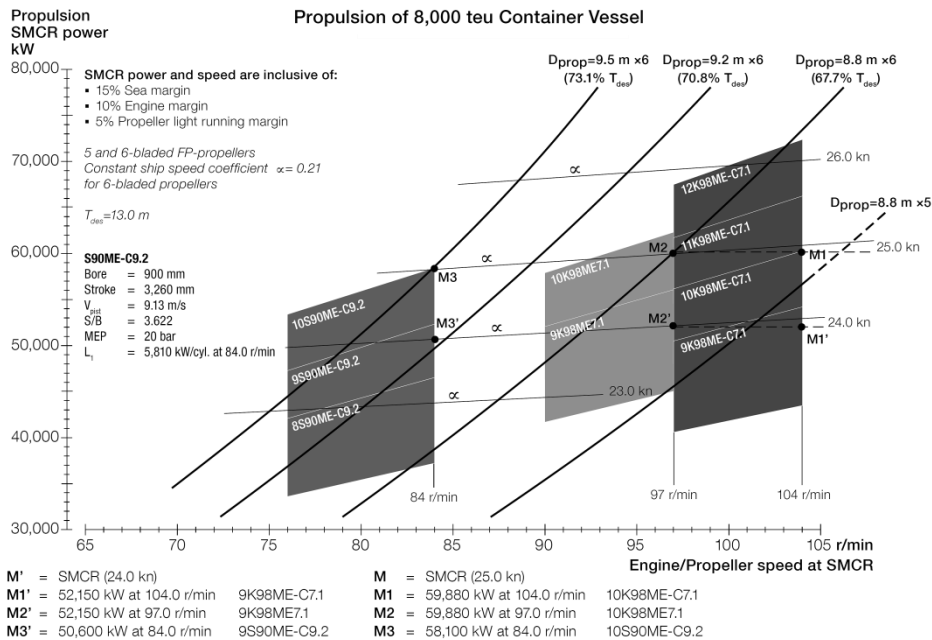
Động cơ Wärtsilä cho tàu container 14.000 TEU

Tàu tham chiếu với sức chở 14.000 TEU, được đưa ra với các nhóm thông số cho trong Bảng 1. Hoạt động ở tải thấp, với cùng đường kính chong chóng, được cho là một giải pháp cải thiện mức độ tiêu thụ nhiên liệu. Để cải thiện hiệu suất đẩy, nhằm đạt được tốc độ 22 kn, phải sử dụng chong chóng có đường kính lớn hơn tương ứng với vòng quay 72 r/min của động cơ. Các động cơ 9X82, 7X92, 8X92 của Wärtsilä được đưa ra trong các tình huống trên.

Bảng 1: Các trường hợp thiết kế với tàu chở container 14.000 TEU

No	Trường hợp	Tốc độ (kn)	Công suất (kW)
1	CMCR1, tương ứng với vòng quay 76 r/min	22,0	42.500
2	CMCR2, tương ứng với vòng quay 66,5 r/min	19,3	28.500
3	CMCR3, tương ứng với vòng quay 72 r/min ($\alpha = 0,2$)	22,0	42.000
4	CMCR4, tương ứng với vòng quay 70 r/min	20,3	33.200

Động cơ MAN B&W cho tàu container 8.000 TEU



Hình 12: Các phương án động cơ chính của MAN B&W cho tàu container 8.000 TEU

Kết luận

Các phân tích và số liệu trong bài báo, về cơ bản, cho thấy xu hướng chọn động cơ chính cho tàu container có sức chở trên 8.000 TEU. Tuy nhiên, còn rất nhiều điều kiện, yếu tố chi phối và các giải pháp kỹ thuật khác cần phải được xem xét một cách cụ thể khi tiếp cận vấn đề này.

Tài liệu tham khảo

- [1] MAN Diesel & Turbo, "Propulsion Trends in Container Vessels", MAN Diesel & Turbo, 5510-0040-02ppr Printed in Denmark, Aug 2013.
- [2] MAN Diesel & Turbo, "Propulsion of 8,000-10,000 teu Container Vessel", MAN Diesel & Turbo, 5510-0109-01ppr Printed in Denmark, Aug 2012.
- [3] Nguyễn Anh Việt, "Bài giảng Thiết kế hệ thống động lực tàu thủy", 8-2016.

DỰ BÁO HIỆU SUẤT CỦA BỘ LỌC TÍNH ĐIỆN XỬ LÝ MUỘI CHO KHÍ XẢ TỪ ĐỘNG CƠ DIESEL BẰNG MẠNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

PREDICTION OF ELECTROSTATIC PRECIPITATOR PERFORMANCE FOR TRAETING PARTICULATE MATTER IN DIESEL EXHAUST GAS USING ARTIFICIAL NEURAL NET WORK

PGS.TS. Trần Hồng Hà
 Bộ môn Tự động thủy khí, Khoa Máy tàu biển

Tóm tắt

Bài báo đề cập đến sử dụng ANN (mạng trí tuệ nhân tạo) để dự đoán hiệu suất xử lý muội trong khí xả động cơ diesel của bộ lọc tĩnh điện. Để thu thập được dữ liệu thực tế cho việc huấn luyện mạng, một số thí nghiệm đã được thực hiện trên động cơ diesel ở các chế độ tải khác nhau. Bầu lọc tĩnh điện được lắp trên đường xả của động cơ để xử lý muội trong khí xả. Kết quả thực nghiệm cho thấy rằng hiệu quả xử lý muội cao, độ sụt áp qua thiết bị lọc thấp, công suất tiêu thụ cho bầu lọc nhỏ ở các chế độ tải khác nhau của động cơ. Đối với mô hình ANN, thuật toán lan truyền ngược chuẩn đã được sử dụng để huấn luyện các mô hình. Mô hình ANN có thể dự đoán được hiệu suất xử lý muội của bộ lọc với hệ số tương quan 0.99 cho dữ liệu thử nghiệm. Kết quả dự đoán chính xác hiệu suất của bộ lọc cho phép đánh giá được các yếu tố ảnh hưởng tới hoạt động của bầu lọc, từ đó có các biện pháp để điều chỉnh và khai thác bầu lọc tối ưu.

Từ khóa: mạng trí tuệ nhân tạo, bộ lọc tĩnh điện, muội

Abstract

The article refers to the use of ANN (artificial intelligence network) to predict the collection performance of PM (particulate matter) of the electrostatic precipitator. To collect data for network training, a number of experiments were carried out on diesel engine at various loads. Electrostatic precipitator was installed on exhaust pipe of the engine to handle PM in the exhaust gas. The experimental results showed that the electrostatic precipitator has high collection efficiency, pressure drop and low power outputs in the different modes of engine load. For the ANN model, the standard back-propagation algorithm was used to train the model. ANN model is able to predict the collection performance of the electrostatic precipitator with 0.98 correlation coefficient for test data. Results accurately predict the performance of electrostatic precipitator allows to assess factors affecting the operation of the precipitator, which take measures to adjust and optimize the operation of the electrostatic precipitator.

Key words: artificial neural networks, electrostatic precipitator, particulate matter

1. Mở đầu

Dự báo hiệu quả xử lý muội là một nhiệm vụ quan trọng trong khai thác và vận hành bầu lọc tĩnh điện. Chất lượng hoạt động của bầu lọc cũng phụ thuộc rất nhiều vào mức độ chính xác của việc dự đoán này. Mặc dù cũng có hệ thống điều khiển và giám sát quá trình làm việc của bầu lọc, nhưng hiện nay phần lớn việc chỉnh các thông số làm việc của bầu lọc vẫn là một công việc phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của người khai thác và vận hành...và do đó nó còn mang rất nhiều yếu tố chủ quan.

Tự động hóa quá trình dự đoán hiệu suất của bầu lọc dựa trên các số liệu khách quan không chỉ để tăng hiệu quả tính toán mà còn để loại trừ các yếu tố do chủ quan. Hiện nay trí tuệ nhân tạo mà đặc biệt là ANN được ứng dụng rất rộng rãi trong điều khiển với khả năng 'học' từ các kinh nghiệm tập hợp trong quá khứ.

2. Mạng nơ ron nhân tạo

Trong việc thiết lập các mô hình định lượng để dự đoán hiệu suất của bầu lọc tĩnh điện, sự đa dạng và mức độ phức tạp của các yếu tố như là: sự rời rạc, phi tuyến, sự không chắc chắn về giá trị của các yếu tố đầu vào...đã làm cho việc lựa chọn các phương pháp xây dựng mô hình hợp lý gặp nhiều khó khăn. Nhiều nghiên cứu đã hướng tới việc xử lý các số liệu phi tuyến hay thiết lập các mô hình phi tuyến để xử lý các số liệu có tính trường. Một trong số đó là ANN. ANN có thể được xem như là một kỹ thuật xử lý số liệu bằng cách kết hợp nhiều dòng thông tin đầu vào để tạo một dòng thông tin đầu ra.

Các bước sau đây được tiến hành để xây dựng mô hình ANN:

1) Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất làm việc của bầu lọc tĩnh điện và thu thập các dữ liệu về kết quả thực nghiệm trước đây;

2) Xây dựng mô hình ANN;

3) Thực hiện huấn luyện ANN bằng Matlab;

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất làm việc của bầu lọc tĩnh điện và thu thập dữ liệu

- Điện áp

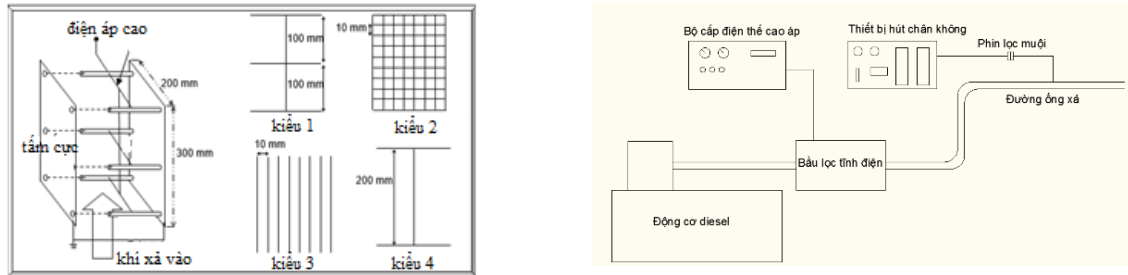
- Cách bố trí các dây thép làm điện cực

- Khoảng cách giữa các dây thép

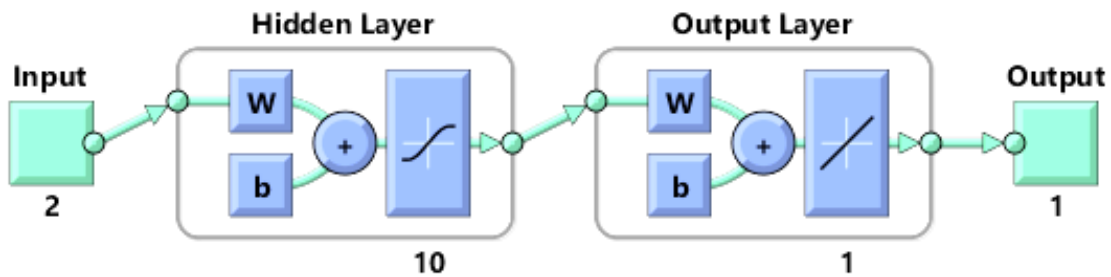
Tính toán hiệu suất xử lý muội trong khí xả của động cơ diesel như trong hình 1, bầu lọc tĩnh điện được đặt trên đường xả của động cơ. Bầu lọc tĩnh điện được thiết kế bao gồm các tấm thu

hồi muối làm bằng nhôm đặt cách nhau 100 mm và được nối đất. Kích thước của tấm có chiều dài 300 mm, chiều rộng 200 mm và độ dày 0,5 mm. Giữa các tấm đặt các điện cực được làm bằng các dây bằng nhôm với đường kính 0,5 mm, các dây này nối với thiết bị cấp điện thế cao tới 30 kV. Cách bố trí các dây điện cực theo sơ đồ 4 kiểu như trong hình 1. Muối trong khí xả được đo trước và sau bầu lọc tại mỗi thí nghiệm qua thiết bị đo bằng các phin lọc sau đó được cân bằng cân chính xác

Hiệu quả xử lý muối của bầu lọc được tính trong từng trường hợp của bầu lọc và là các số liệu thực nghiệm để huấn luyện mạng



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm bầu lọc tĩnh điện



Hình 2. Mô hình ANN

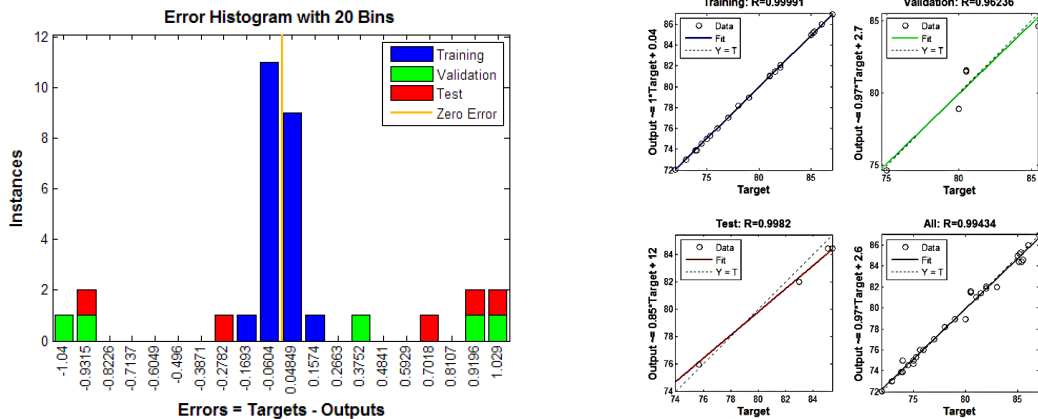
Bước 1: Thiết lập mô hình ANN

Mô hình ANN thích hợp nhất trong dự đoán là multilayer feed-forward networks và sử dụng thuật toán lan truyền ngược (back-propagation) để huấn luyện mạng. Số lượng lớp ẩn (hidden layer) ở đây được sử dụng là 10. Trong bài báo này số nút đầu vào tương ứng là các yếu tố dữ liệu đầu vào từ khảo sát còn biến đầu ra là hiệu suất xử lý muối của bầu lọc. Số nút của lớp ẩn trong bài báo là 10 nút. Hàm học được sử dụng ở đây là hàm *tansig*. Mô hình ANN được thể hiện trong hình 2.

Bảng 1. Số liệu thực nghiệm

Số liệu thực nghiệm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cách bố trí điện cực	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Điện áp vào	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	17	18	19	20	21	22
Hiệu suất của thiết bị	85	85.1	85.2	85.3	85.4	85.5	86	87	76	75.7	75.3	75	74.5	74	73.9	73
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	15	16	17	18	19	20	21	22	15	16	17	18	19	20	21	22
	72	74	78	82	81	79	77	75	80	80.5	81	81.5	82	83	81	80.5

Bước 2: Biểu đồ sai số của tiến trình học của ANN.



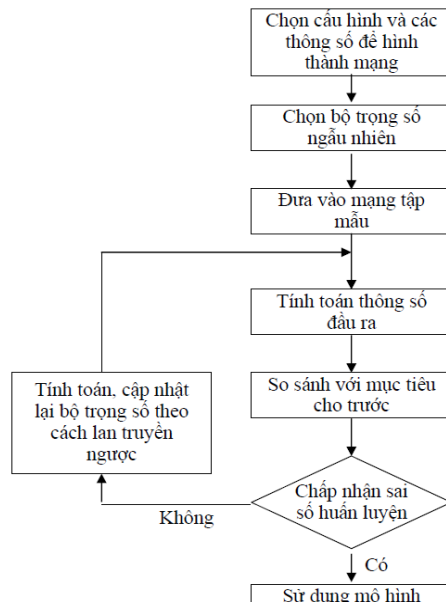
Hình 3. Biểu đồ sai số của tiến trình học ANN

Kiểu huấn luyện mạng trong bài này là kiểu huấn luyện giám sát (supervised training) với thuật toán lan truyền ngược:

- Các thông tin đầu vào được đưa vào mạng với một mục tiêu cho trước và một bộ trọng số liên kết ngẫu nhiên. Trong suốt quá trình huấn luyện, lớp nhập (input layer) sẽ truyền thông tin đến lớp ẩn theo trọng số liên kết, các lớp ẩn sẽ xử lý số liệu và tiếp tục lan truyền thông tin đến lớp xuất (output layer) cũng theo trọng số liên kết, tại lớp xuất số liệu sẽ được xử lý lần nữa để cho giá trị đầu ra. Giá trị đầu ra này sẽ được so sánh với mục tiêu đã cho trước và sẽ có một sai số đầu ra. Tùy thuộc vào các tiêu chuẩn đặt ra cho việc huấn luyện, căn cứ vào sai số này việc huấn luyện tiếp hay không sẽ được quyết định.

- Nếu sai số lớn hơn yêu cầu, việc huấn luyện sẽ tiếp tục. Lúc này ở nút xuất, các sẽ có các tính toán và cập nhật lại trọng số để làm giảm sai số đã tính ở trên và kết quả được gửi ngược lại lớp ẩn, lớp ẩn sẽ cập nhật lại trọng số phù hợp với thông tin nhận được để hiệu chỉnh lại sai số.

- Khi đã cập nhật xong trọng số mới, quá trình lại tiếp tục. Việc học chỉ dừng khi sai số đã đảm bảo theo yêu cầu đặt ra hoặc với số lần lặp xác định trước.



Hình 4. Sơ đồ thuật toán dự đoán hiệu suất xử lý muội

Bước 4: Kiểm tra quá trình huấn luyện mạng và tính sai số

Các thông số đầu vào để dự đoán hiệu quả xử lý muối.

Sai số = (hiệu suất dự đoán – hiệu suất đo được)/hiệu suất dự đoán (%)

Tuy nhiên vẫn còn một số hạn chế của chương trình từ bởi do chính các khó khăn trong việc thu thập số liệu gây ra, đó là số công trình được sử dụng trong việc huấn luyện ANN còn ít do đó nó không bao quát được tất cả các trường hợp làm việc của bầu lọc tĩnh điện. Các con số dự đoán ở đây còn mang nặng tính dự toán mà chưa lường được các yếu tố tác động thực tế có thể tăng hoặc giảm so với dự toán do các điều kiện thực tế gây ra.

Kết quả dự đoán hiệu suất xử lý muối, hiệu suất dự đoán và sai số của kết quả dự đoán so với kết quả đo được trình bày trong hình 3. Chúng ta thấy rằng, sai số dự đoán so với thực tế chỉ là khoảng 0,69 %. Đây là khoảng sai số chấp nhận được trong việc cung cấp cho chúng ta một con số định lượng tương đối về hiệu quả xử lý muối của bầu lọc.

4. Kết luận

Bài báo này cho phép xác định hiệu suất của bầu lọc tĩnh điện trên cơ sở kinh nghiệm từ các thí nghiệm đã được thực hiện trước đây với điều kiện thí nghiệm tương ứng. Với chương trình được giới thiệu trong bài báo này đã dự đoán được hiệu suất xử lý muối của thiết bị mà không cần thể hiện chi tiết hóa giá trị của từng hạng mục hay thành phần cấu thành.

Tài liệu tham khảo

- [1]. ThS. Đặng Văn Tùng (2012) Luận án tiến sĩ “Ứng dụng mạng nơron nhân tạo ANN trong chuẩn đoán hư hỏng tàu thủy”.
- [2]. ThS. Lưu Trường Văn, ThS. Phan Văn Khoa, “Sử dụng Matlab để huấn luyện mạng ANN trong tính toán ước lượng chi phí xây dựng chung cư”.
- [3]. Vũ Quỳnh Thư (2010), Luận văn thạc sĩ “Xác định đồng thời một số ion kim loại bằng phương pháp trắc quang sử dụng thuật toán mạng nơron nhân tạo kết hợp hồi quy thành phần chính PCR-ANN”

TĂNG NHIỆT ĐỘ KHÍ XẢ TRÊN ĐỘNG CƠ DIESEL YANMAR 6EY18(A)L(W).

RISE OF EXHAUST GAS TEMPERATURE IN THE YANMAR 6EY18

ThS – MTr: Võ Đình Phi

Bộ môn Cơ sở Máy tàu – Khoa Máy tàu biển

Abstract:

Rise of exhaust gas temperature in the Yanmar 6EY18 engines, the problem that exhaust gas temperature won't be dropped although the turbocharger was disassembled and maintained occurs.

Keywords: *Exhaust gas temperature, heating temperature, viscosity, FO injection, turbocharger.*

Thực tế trong khai thác đã xảy ra trường hợp nhiệt độ khí xả vẫn không giảm được trên động cơ diesel Yanmar 6EY18, mặc dù các thiết bị có liên quan đã được kiểm tra và tua bin khí xả đã được tháo ra bảo dưỡng.

Từ khóa: *Nhiệt độ khí xả, nhiệt độ hâm, độ nhớt, phun nhiên liệu, tua bin tăng áp*

1. Đặt vấn đề

Một sự cố hoặc một hư hỏng nào đó xảy ra trên một thiết bị, máy móc có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau gây ra. Nguyên nhân gây hư hỏng có thể do con người khai thác, có thể do điều kiện ngoài tác động, có thể do vật liệu chế tạo hoặc khiếm khuyết trong quá trình gia công chế tạo v.v...Tùy theo từng điều kiện cụ thể, để tìm ra được chính xác nguyên nhân gây hư hỏng chúng ta cần phải khảo sát, phân tích cẩn thận để đưa ra những phán quyết đúng đắn và khắc phục triệt để các hiện tượng hư hỏng. Phần viết dưới đây nhằm nêu lên hiện tượng tăng nhiệt độ khí xả trên động cơ diesel Yanmar 6EY18, các nguyên nhân và các biện pháp khắc phục.

2. Nguyên nhân gây tăng nhiệt độ khí xả

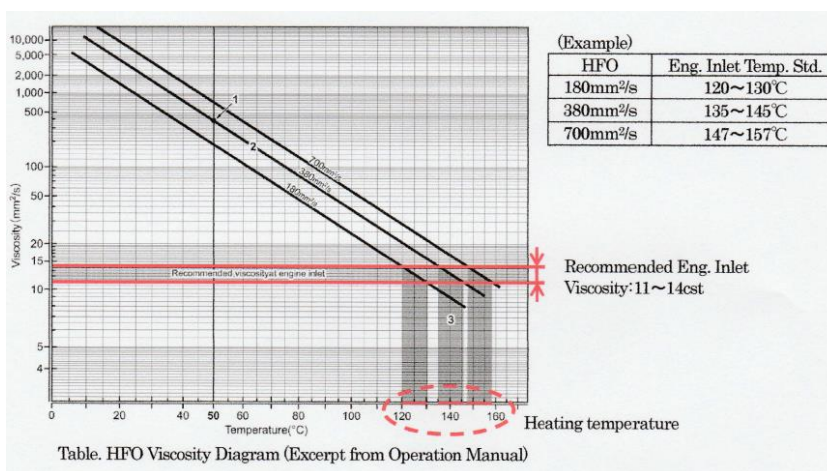
Như chúng ta đã biết nguyên nhân cơ bản gây tăng nhiệt độ khí xả trên động cơ diesel là do quá trình cháy không hoàn chỉnh. Các yếu tố gây quá trình cháy không hoàn chỉnh đó là: Nhiệt độ hâm dầu (HFO) không thích hợp, phun nhiên liệu không hoàn hảo và giảm hiệu suất của tua bin tăng áp.

3. Các biện pháp khắc phục

Để loại trừ hiện tượng tăng nhiệt độ khí xả trên, chúng ta cần phải có những biện pháp xử lý các yếu tố gây nên sự cố như sau:

3.1 Nguyên nhân do nhiệt độ hâm nhiên liệu (HFO) không thích hợp (Độ nhớt của nhiên liệu không phù hợp)

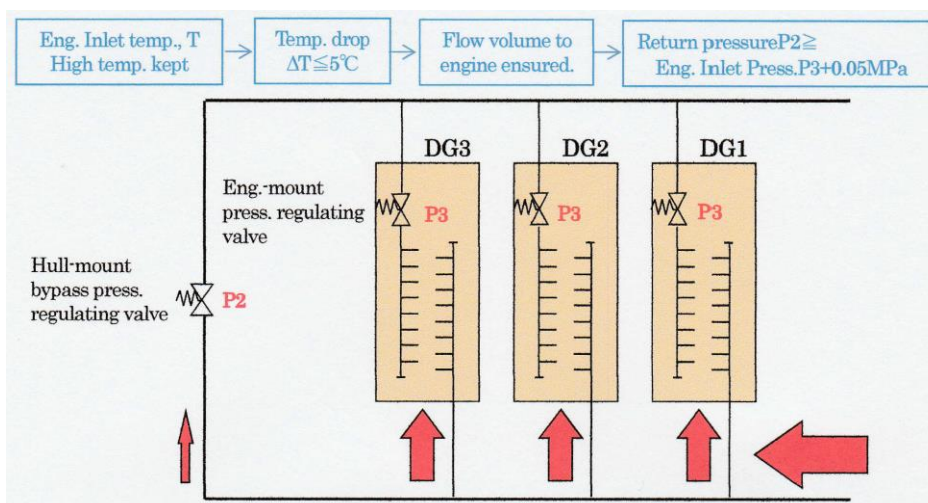
Khi động cơ hoạt động với nhiên liệu nặng (HFO), nhiệt độ của nhiên liệu phải được điều chỉnh để độ nhớt của nhiên liệu vào động cơ đạt từ $11 \div 14$ cSt. Muốn đạt được yêu cầu về độ nhớt trên, người khai thác phải phải tham khảo cẩn thận cẩm nang khai thác của nhà chế tạo. Cụ thể người khai thác phải sử dụng đồ thị nhiệt – nhớt để tìm ra được nhiệt độ hâm thích hợp đối với từng loại nhiên liệu. Chẳng hạn theo đồ thị nhiệt - nhớt (Hình 1) ta tìm ra được các kết quả nhiệt độ hâm sau:



Hình 1. Đồ thị Nhiệt – Nhớt

Nhiệt độ đã đạt được giá trị cho phép là tính cả bao gồm độ giảm nhiệt độ trên đường ống, tại bộ điều chỉnh nhiệt độ của bầu hâm và tại thiết bị điều chỉnh độ nhớt.

Áp suất nhiên liệu đặt tại van điều chỉnh áp suất $P2 \geq$ áp suất nhiên liệu vào động cơ $P3 + 0,05$ MPa. Xem hệ thống cân bằng áp suất nhiên liệu (Hình 2)



Hình 2. Hệ thống cân bằng áp suất nhiên liệu

3.2 Nguyên nhân do phun nhiên liệu không hoàn chỉnh:

Thực hiện đúng thời gian bảo dưỡng vòi phun theo cẩm nang hướng dẫn khai thác của

nhà chế tạo. Trong khoảng thời gian hoạt động từ 1500 ÷ 2000 giờ phải tiến hành cân chỉnh vòi phun nhiên liệu (lần đầu tiên cân chỉnh sau 500 ÷ 800 giờ hoạt động).

3.3 Nguyên nhân do hiệu suất của tua bin tăng áp giảm:

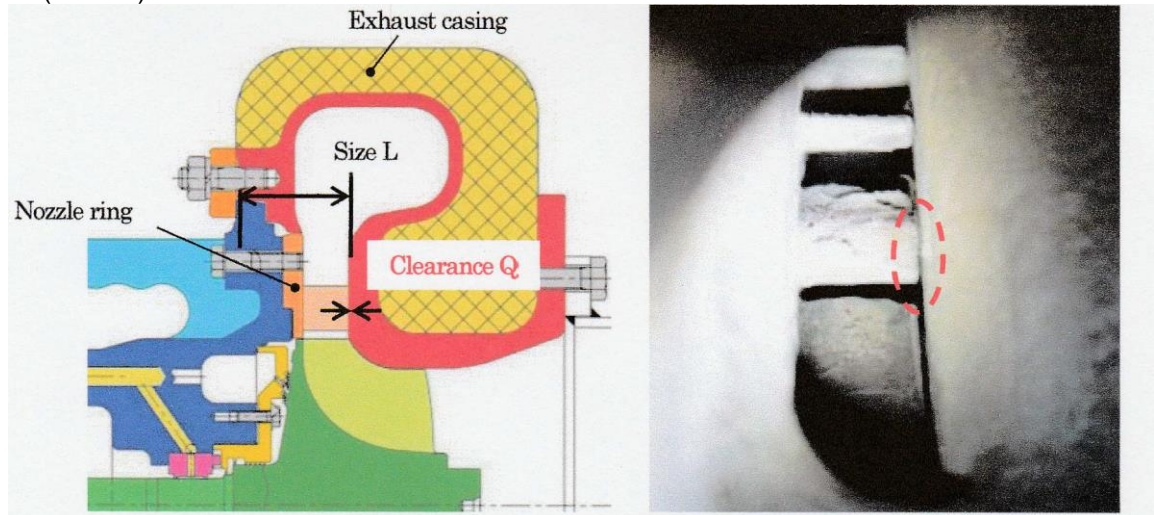
3.3.1 Do bánh cánh tua bin bị bẩn:

Vệ sinh tua bin hợp lý, kiểm tra theo hướng dẫn khai thác.

3.3.2 Do tăng khe hở giữa vòng phun và thân vỏ khí xả (khe hở Q)

Tua bin khí xả MET18 (Mitsubishi Heavy Marine Machinery & Engine Co., Ltd) lắp trên động cơ diesel Yanmar 6EY18(A)L(W).

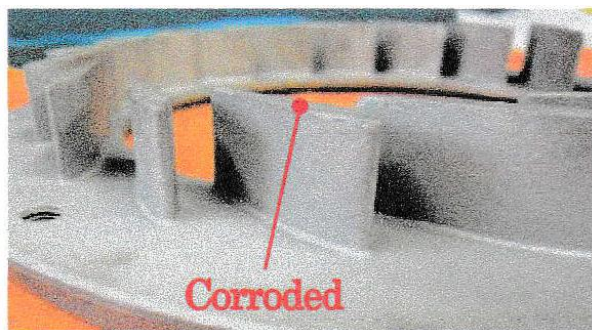
Sau khi tiến hành vệ sinh bảo dưỡng tua bin, nhiệt độ khí xả của động cơ diesel đã tăng cao. Vấn đề này đã được nhà chế tạo tiến hành kiểm tra khảo sát và đưa ra kết luận. Nguyên nhân tăng khe hở giữa vòng phun và thân vỏ khí xả (khe hở Q) đã làm giảm hiệu suất của tua bin. Nguyên nhân cơ bản do khi vệ sinh bảo dưỡng đã tẩy sạch muội các bon và đã tạo cho khe hở Q tăng lên. (Hình 3.)



Hình 3. Tăng khe hở giữa vòng phun và thân vỏ khí xả (khe hở Q)

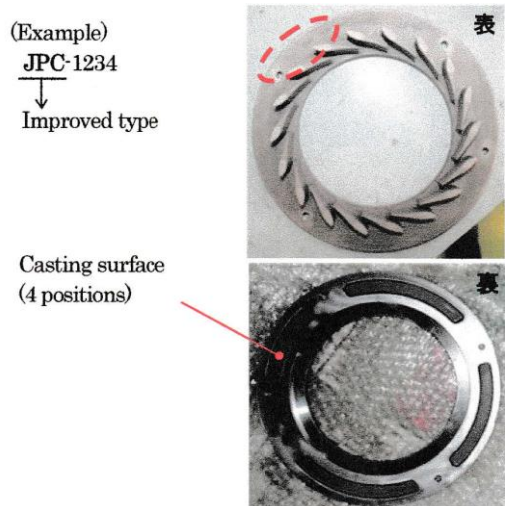
3.3.2.1 Nguyên nhân gây nên sự cố và biện pháp khắc phục.

- Vòng phun bị ăn mòn:



Khi vòng phun bị ô xi hóa làm cho khe hở Q tăng lên. Để nâng cao tính chịu đựng axit, chịu nhiệt và độ bền nhiệt cao, vật liệu chế tạo vòng phun đã được thay đổi cải tiến từ vật liệu SS400 (Gia công bằng máy) sang vật liệu SCS1 (Vật liệu đúc). Với vật liệu mới này đã tránh được hiện tượng giãn nở nhiệt, vì vậy đường kính ngoài của vòng phun đã thu nhỏ được 0,2 mm.

Để nhận biết dấu hiệu đã cải tiến vòng phun, thì trên bề mặt của vòng phun và bề mặt đúc phía sau có đánh dấu của nhà chế tạo. Loại này đã được áp dụng trên các tua bin động cơ diesel số: 7249÷7251, 7371÷7385, 7389÷7403, 7407÷7409, 7416÷7410, 7433÷7441, 7446÷7448, 7452÷7454, 7458÷7466, 7473÷7490, 7494. (Hình 4)



Hình 4. Ví dụ nhận biết vòng phun cải tiến

- Vòng phun bị ép: Yếu tố này chỉ ảnh hưởng rất nhỏ đến hiệu suất của tua bin. Do giãn nở vì nhiệt vỏ khí xả bị biến dạng méo mó đã tác động vào chu vi ngoài của vòng phun. Tuy nhiên yếu tố này đã được khắc phục khi lắp đặt vỏ khí xả. (Hình 5).

Vòng phun bị ép Vỏ khí xả bị biến dạng



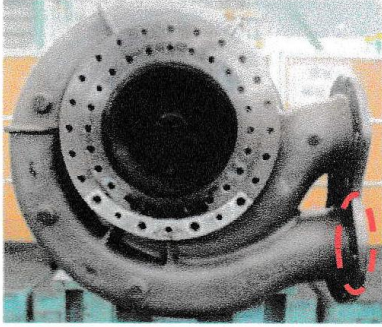
Hình 5. Vòng phun bị ép và vỏ khí xả bị biến dạng vì nhiệt.

- Vỏ khí xả bị méo mó biến dạng: Qua khảo sát cho thấy khoảng cách giữa bề mặt bích khí xả ra và mặt ngược lại của vòng phun (Khoảng cách L trong hình 2) đã bị thay đổi do bị ứng suất nhiệt làm biến dạng. Tuy nhiên sự thay đổi này cực kỳ nhỏ bé và ảnh hưởng đến hiệu suất của tua bin cũng rất nhỏ.

Để tăng sức bền chống lại ứng suất nhiệt vật liệu của vỏ khí xả cũng được cải tiến thay đổi từ FCD450 sang Hi-Si dễ uốn kéo.

Để nhận biết dấu hiệu đã cải tiến vỏ khí xả, thì trên vỏ khí xả có đánh dấu của nhà chế tạo (Hình 6). Loại này đã được áp dụng trên các tua bin động cơ diesel số: 1840,1841,1855.

(Example)
15S-1257H
↓
Improved type



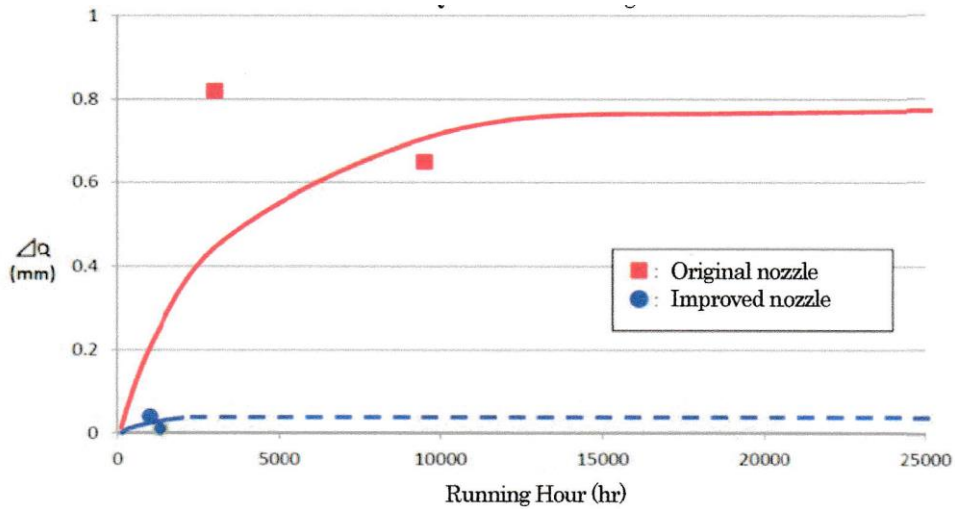
Hình 6. Dấu hiệu để nhận biết vỏ khí xả của tua bin đã cải tiến.

3.3.2.2 Biện pháp hiệu chỉnh:

Như thể hiện ở đồ thị sau, có thể điều khiển được khe hở giãn nở Q bằng cách thay đổi cải tiến ở vòng phun. Khi nhiệt độ khí xả tăng mà ta nghi ngờ do khe hở giãn nở Q thì người khai thác cần liên lạc với Nhà chế tạo (Yanmar) để có biện pháp khắc phục thay đổi vòng phun cải tiến.

Vỏ khí xả của tua bin không cần phải thay thế vì sự biến dạng bóp méo của nó như đã nêu ở trên là yếu tố ảnh hưởng vô cùng nhỏ bé.

Tăng khe hở Q theo thời gian của loại vòng phun cũ và vòng phun cải tiến được thể hiện qua đồ thị sau (Hình 7):



Hình 7. Đồ thị tăng khe hở Q của vòng phun loại cũ và loại cải tiến.

Để thuận lợi cho người khai thác khi có ý định đặt mua để thay thế vòng phun cải tiến cho tua bin, nhà chế tạo đã cho mã số vật tư tùy thuộc vào từng loại động cơ diesel và vòng quay của của nó.

Mã vật tư	Loại máy	Công suất (kW)	Vòng quay (min^{-1})	Nhiên liệu
146621-19330	6EY18ALW	800	900, 1000	HFO, MDO
		745		
		680		
		660		
		615		
146621-19340	6EY18ALW	550	900, 1000	HFO, MDO
		500		
		455		
146623-19330	6EY18AL	800	900, 1000	HFO, MDO
		745		
146623-19340	6EY18AL	680	900	HFO, MDO
		660		
146623-19350	6EY18AL	615	900	HFO, MDO
		550		
		500		
146623-19360	6EY18AL	455	1000	HFO, MDO
		550		
		500		
146625-19330	6EY18L	455	720, 750	HFO, MDO
		615		
		550		
146625-19340	6EY18L	500	720, 750	HFO, MDO
		450		
146625-19350	6EY18L	400	720, 750	HFO, MDO

4. Kết luận:

Trên đây là hiện tượng tăng nhiệt độ khí xả trên nhóm động cơ diesel Yanmar 6EY18 lắp đặt cùng với tua bin khí xả MET18 chưa được cải tiến. Với hy vọng nhỏ bé của tác giả ở bài báo này giúp những người khai thác dễ dàng nhận biết khi khảo sát, tìm nguyên nhân hư hỏng và có biện pháp khắc phục sự cố nhanh chóng, triệt để và hiệu quả.

Tài liệu tham khảo

[1] Yanmar - Operation Manual – Marine Auxiliary Engine 6EY18(A)L.

[2] Mitsubishi Exhaust Gas Turbocharger Model MET18SRC Instruction Manual.

[3] Yanmar Service New – No.16-2-G-08-001-O-Rev.1- Aug.2016 – Marine Aux.Engines, Industrial.

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIÊN LIỆU CÓ HÀM LƯỢNG LƯU HUỖNH CỰC THẤP ĐẾN SỰ HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL

THE INFLUENCE OF ULTRA LOW SULFUR FUEL ON OPERATION OF DIESEL ENGINES

ThS. Bùi Quốc Tú

Khoa Máy tàu biển – Trường ĐH Hàng hải

Tóm tắt

Chống ô nhiễm môi trường là nhiệm vụ quan trọng và cấp bách toàn cầu trong đó có chống ô nhiễm môi trường không khí. Một trong các nhiệm vụ đó là giảm hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu xuống dưới 3.5% được nêu trong quy định 13, phụ lục VI của công ước MARPOL do tổ chức hàng hải quốc tế soạn thảo. Một số nước còn khắt khe hơn khi đưa ra vùng kiểm soát khí thải (ECA) với hàm lượng lưu huỳnh nhỏ hơn 0.1%. Các tàu biển khi vào vùng này phải chuyển đổi sang dùng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp. Tuy nhiên loại nhiên liệu này có một số bất lợi mà các sĩ quan khai thác máy tàu biển cần phải quan tâm.

Abstract

Environmental protection is global important and urgent duty included air pollution prevention. One of these duty is to reduce sulphur content in fuel smaller than 3.5% which is stated under regulation 13 of MARPOL Annex VI. Some countries is stricter by establishing Emission Control Area (ECA) with sulphur content smaller than 0.1%. All ship when enters this area must use Ultra low sulphur fuel (ULSF) instead of High sulphur fuel. However this kind of fuel have some negative impact that marine engineers need to know.

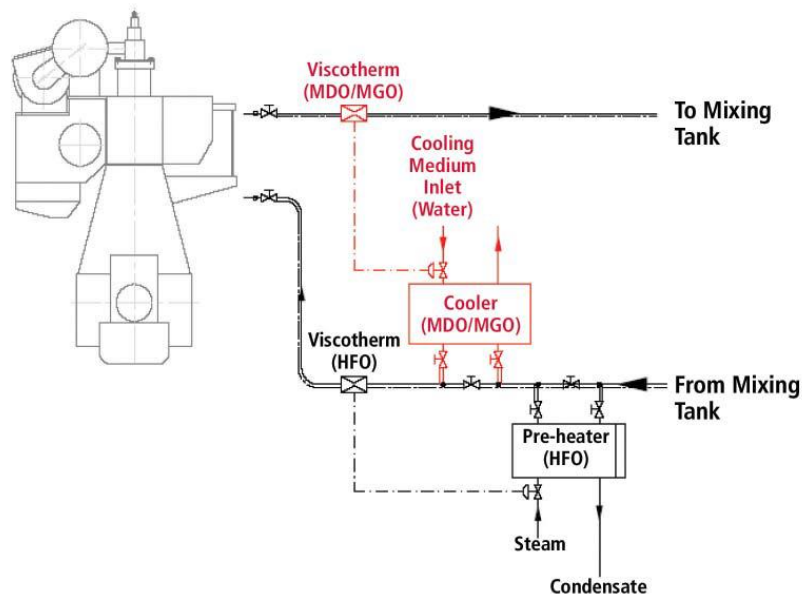
1. Độ nhớt thấp:

Nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp (ULSF) thường có độ nhớt thấp khoảng từ 5-60 cst ở 50°C. Nhiên liệu với độ nhớt quá thấp có thể dẫn đến những vấn đề sau:

- Hiệu quả bôi trơn giảm. Độ nhớt thấp hơn làm giảm độ dày của màng dầu ở plunger bơm cao áp và ở vòi phun dẫn đến sự mài mòn quá mức có thể kẹt, gây hư hỏng bơm cao áp. Để đối phó lại ảnh hưởng này có thể dùng bơm cao áp đặc biệt ví dụ như bơm cao áp được mạ vonfram cacbua, hoặc bơm cao áp có bố trí hệ thống bôi trơn. Bất kì kiểu thiết bị phun nhiên liệu có thiết bị bôi trơn mới được lắp đặt đều phải được chứng thực bởi nhà chế tạo động cơ để duy trì tiêu chuẩn khí thải và có thể phải cấp lại giấy chứng nhận khí thải.
- Giảm sản lượng của bơm cấp và bơm tuần hoàn do nhiên liệu có độ nhớt thấp dò lọt qua bơm, có thể làm cho động cơ không đạt được công suất lớn nhất. Ở những hệ thống thiết kế mới cần phải tính toán tới điều này như việc tăng thêm công suất của bơm cấp và bơm tuần hoàn.
- Dò lọt qua qua cặp pít tông plunger, cần đẩy của van hút và van tràn ở động cơ thấp tốc. Sự dò lọt này có thể làm cho vị trí chỉ báo của thanh răng nhiên liệu cao hơn và do đó có thể phải điều chỉnh bộ điều tốc cho sự hoạt động lâu dài với nhiên liệu có độ nhớt thấp. Lượng dò lọt này ở một số động cơ là tương đối lớn khi độ mài mòn của cặp pít tông này cao và động cơ hoạt động lâu với dầu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp. Nếu không bố trí kết thu hồi dầu dò lọt riêng thì dầu này sẽ trộn lẫn với dầu nặng có hàm lượng lưu huỳnh cao gây làm tăng chi phí vận

chuyển. Một số trường hợp đặc biệt nếu cặp pít tông plunger của bơm cao áp quá mài mòn sẽ làm cho động cơ khó khởi động hoặc không khởi động được. Để khắc phục ảnh hưởng này thì nên đặt vị trí thanh răng nhiên liệu cao hơn khi khởi động so với động cơ khi sử dụng nhiên liệu nặng.

- d) Hệ thống lọc dầu hiện tại có thể không phù hợp với nhiên liệu có tỉ trọng thấp và độ nhớt thấp. Thông thường thì nhiên liệu MGO không yêu cầu lọc bằng máy lọc ly tâm, tuy nhiên đôi khi được khuyến cáo phải lọc. Để lọc nhiên liệu này thì phải có hệ thống lọc dầu này riêng biệt với hệ thống lọc nhiên liệu HFO.
- e) Khi hoạt động với nhiên liệu MGO với độ nhớt thấp, cần duy trì độ nhớt của nhiên liệu trước bơm cao áp từ 2cst trở lên. Để làm được việc này thì cần bố trí một bầu sinh hàn để duy trì nhiệt độ của nhiên liệu dưới 400C. Điều này là đặc biệt thực tế cho sự hoạt động của tàu ở mùa hè hoặc ở vùng nhiệt đới vì nhiệt độ buồng máy và trong két nhiên liệu có thể cao hơn nhiệt độ này. Bầu làm mát nhiên liệu sử dụng hệ thống làm mát nước ngọt trung tâm là công chất làm mát có thể không phù hợp vì nước làm mát thường có nhiệt độ đặt từ 36 – 380C và có thể không làm mát đủ tốt nếu như nhiệt độ của nhiên liệu duy trì dưới 400C. Trong trường hợp này thì việc bố trí thêm một bộ làm lạnh để có thể hạ thấp nhiệt độ của nhiên liệu tới 20-250C và nó sẽ rất hiệu quả trong việc nâng cao độ nhớt lớn hơn giá trị tối thiểu yêu cầu.
- f) Có một số vị trí để lắp đặt bộ làm mát trong hệ thống nhiên liệu. Một kiểu bố trí là lắp bộ làm mát trên đường hồi từ động cơ về két hòa trộn để lấy nhiệt được thêm vào nhiên liệu trong lúc nó tuần hoàn qua động cơ. Kiểu này có hiệu quả nếu như nguồn nhiên liệu ở nhiệt độ chính xác và nó chỉ cần giảm sự gia nhiệt của nhiên liệu từ nhiên liệu hồi về đến két hòa trộn. Kiểu này cho phép nhiên liệu cấp tới động cơ được giảm từ từ vì nhiên liệu được làm mát hòa trộn với nhiên liệu ấm trong két hòa trộn. Một kiểu bố trí bộ làm mát khác là trên đường ống nhiên liệu cấp vào động cơ. Ở kiểu bố trí này thì nhiệt độ của nhiên liệu được điều chỉnh trực tiếp và nó có hiệu quả làm mát nhiên liệu xuống dưới 400C tốt hơn vì không có nhiệt từ nguồn nhiên liệu và từ bơm được thêm vào sau bộ làm mát. Nhiệt độ của nhiên liệu ra khỏi bộ làm mát có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh lưu lượng của công chất làm mát. Bằng cách này thì nhiệt độ của nhiên liệu có thể hạ từ từ tới nhiệt độ yêu cầu trong lúc chuyển đổi nhiên liệu. Việc hạ thấp đột ngột nhiệt độ nhiên liệu cần hết sức tránh. Đối với bộ làm mát nhiên liệu cho nồi hơi thì lý thuyết cũng tương tự. (xem hình vẽ 1.1)



Hình 1.1 Sơ đồ bố trí bộ làm mát cho nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp

2. Hàm lượng lưu huỳnh thấp: Ảnh hưởng tiềm ẩn của nhiên liệu với hàm lượng lưu huỳnh cực thấp là như sau:

- a) Dầu nhờn với chỉ số kiềm không tương thích với lượng a xít trong nhiên liệu. Điều này đặc biệt liên quan tới động cơ thấp tốc có bôi trơn xi lanh riêng. Bởi vì mức độ a xít cao hình thành trong sơ mi xi lanh khi sử dụng nhiên liệu nặng với hàm lượng lưu huỳnh 2% hoặc cao hơn,

các tàu với động cơ chính thấp tốc thường dùng dầu xi lanh có chỉ số kiềm 70 hoặc cao hơn. Chỉ số kiềm này không phù hợp cho nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp hơn 1.5% và đặc với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp – 15ppm. Khi hoạt động lâu dài với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp và dầu nhớt có chỉ số kiềm 70 thì sẽ có nguy cơ đóng cặn can xi cứng trên bề mặt sơ mi. Nguyên nhân của hiện tượng này là dầu nhớt được thêm các phụ gia có tính kiềm để trung hòa axit hình thành do sản phẩm cháy có chứa lưu huỳnh. Các hỗn hợp kiềm chủ yếu là các muối sun phat (CaCO_3). Sau khi phản ứng với axit thì can xi sun phat được hình thành (CaSO_4). Các ba zơ thừa do không phản ứng với axit tạo thành cặn rất cứng. Các cặn cứng này đóng trên bề mặt thành của đỉnh piston và sơ mi xi lanh ở khu vực gần buồng đốt. Việc đóng cặn cứng có thể dẫn tới việc mài bóng sơ mi, dính sơn, mài sơ mi gây mài mòn bất thường nó.

Nếu khai thác trong thời gian ngắn với nhiên liệu có lượng lưu huỳnh thấp sử dụng dầu bôi trơn có chỉ số kiềm 70 thì có thể được chấp nhận bởi nhà chế tạo động cơ với điều kiện là lượng dầu bôi trơn sơ mi phải giảm xuống mức thấp nhất. Nhưng nếu khai thác lâu dài (lớn hơn 48 giờ) thì nên chuyển sang dùng dầu bôi trơn có chỉ số kiềm thấp khoảng 40 hoặc 50. Khai thác lâu dài với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp đòi hỏi phải có sự tương thích, phối hợp cẩn thận của dầu xi lanh, bao gồm cả hỗn hợp kiềm và mức độ tẩy rửa với điều kiện khai thác thực tế của động cơ. Nhà chế tạo động cơ thường được khuyến cáo nếu kiểu khai thác này được lên kế hoạch. Nếu động cơ được chuyển sang dầu xi lanh có chỉ số kiềm thấp và sau đó hoạt động với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao thì sẽ có nguy hiểm là sự hình thành axit quá mức gây mài mòn bất thường xi lanh. Với động cơ không có pa tanh bàn trượt thì việc lựa chọn cẩn thận đúng dầu bôi trơn nếu hoạt động với dầu HFO hoặc ULSF là lý tưởng. Ví dụ như Hãng Wartsila và MAN Diesel khuyến cáo như sau:

Khi hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu nhỏ hơn 1% thì dùng dầu bôi trơn xi lanh có chỉ số kiềm 40-50

Khi hàm lượng lưu huỳnh từ 1-2% thì dùng dầu bôi trơn có chỉ số kiềm từ 40-50 hoặc giảm lượng dầu xi lanh xuống mức tối ưu

Khi hàm lượng lưu huỳnh lớn hơn 2% thì dùng dầu bôi trơn có chỉ số kiềm 70.

Đối với nhà chế tạo động cơ ngoài các khuyến cáo về khai thác, để đối phó lại hiện tượng mài mòn bất thường do cặn cứng thì một số động cơ đã bố trí vành làm sạch (piston cleaning ring) để làm sạch các cặn cứng mà có thể gây ra mài bóng sơ mi.

b) Quá trình chưng cất và xử lý phức tạp của nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp bao gồm cả quá trình khử sun phat có thể dẫn tới nhiên liệu có đặc tính cháy nổ kém. Điều này đặc biệt ảnh hưởng tới động cơ trung và cao tốc mà nhạy cảm hơn với chất lượng này.

3.Kết luận

Như vậy có nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp có một số tính chất ảnh hưởng có hại tới sự hoạt động của động cơ Diesel tàu thủy như độ nhớt thấp, tỉ trọng, nhiệt độ sôi, bay hơi thấp, hàm lượng lưu huỳnh thấp. Các tính chất này có thể làm cho hệ thống nhiên liệu dễ bị e, giảm sản lượng của bơm nhiên liệu, dò rỉ ở bơm cao áp, vòi phun, độ mài mòn của các cặp này tăng lên hoặc thậm chí gây kẹt bơm cao áp, vòi phun hoặc chết máy. Để đối phó với ảnh hưởng này thì cần kết hợp giữa nhà chế tạo động cơ, nhà máy đóng tàu và người khai thác vận hành. Với nhà chế tạo động cơ và nhà máy đóng tàu cần phải có cải tiến động cơ và hệ thống nhiên liệu để phù hợp với loại nhiên liệu này. Với người khai thác vận hành cần phải hiểu rõ đặc tính nhiên liệu và có quy trình vận hành phù hợp để tránh sự cố xảy ra.

Tài liệu tham khảo

[1]. Ultra-low sulfur fuel – Shell global

[2]. Hướng dẫn sử dụng động cơ diesel MAN B&W S60MC;

[3]. Cylinder lubrication of two-stroke crosshead marine engine. Wartsila technical journal. 2/2010.

[4]. Lubrication inside a cylinder liner – condition and procedure. www.brighthubengineering.com

[5]. Guidelines for diesel engine lubrication the impact of low sulfur fuel on lubrication of marine engines - CIMAC

CÔNG NGHỆ PHUN PHỦ PHỤC HỒI BỀ MẶT LÀM VIỆC CỦA KIM LOẠI BẰNG TIA LASER

SPRAYING TECHNOLOGY TO REHABILITATE THE WORKING SURFACE OF METALS BY LASER

ThS. Phạm Quốc Việt
Bộ môn Máy tàu thủy, Khoa Máy Tàu Biển

Tóm tắt:

Hơn một thập kỷ qua, công nghệ phun phủ kim loại bằng laser (laser cladding) đã được sử dụng để phục hồi các chi tiết kim loại chịu mài mòn hoặc bị ăn mòn trong ngành công nghiệp cơ khí. Laser cladding được sử dụng cho việc sửa đổi hay sửa chữa các bộ phận chi tiết quan trọng làm việc trong môi trường bị mài mòn và ăn mòn cao.

Abstract:

Over the past decade, laser cladding has been used to restore corrosion or corrosion-resistant metal parts in the mechanical industry. Laser cladding is used for modifying or repairing important parts that work in abrasive and abrasive environments.

Key words: Laser cladding, mechanical industry.

1. Đặt vấn đề

Ngày nay gia công kim loại bằng các chùm tia có nguồn nhiệt tập trung đã được sử dụng khá phổ biến. Có thể liệt kê các phương pháp đó là : gia công bằng các chùm tia Plasma, gia công bằng tia lửa điện, gia công bằng chùm tia điện tử, gia công bằng chùm tia laser. Trong đó gia công bằng chùm tia laser được ứng dụng rất nhiều trong công nghệ hiện đại. Laser là nguồn sóng điện từ trường của bức xạ trong vùng cực tím (tử ngoại), trong vùng ánh sáng nhìn thấy được và vùng tia hồng ngoại. Đặc trưng của các nguồn năng lượng này là mức độ đơn sắc và độ tập trung cao. Chính vì thế mà mật độ nguồn nhiệt tại vùng gia công rất tập trung và rất cao. Từ những năm 1960 người ta đã bắt đầu nghiên cứu ứng dụng laser trong công nghệ gia công kim loại và các vật liệu khác. Laser công suất nhỏ được ứng dụng cho hàn, cắt và một số công nghệ gia công khác với kim loại có chiều dày bé.

Laser (Light amplification by the Stimulated Emission of Radiation) – Nguồn năng lượng tuy mới xuất hiện vào những năm 60 nhưng có nhiều ưu việt nên đã được ứng dụng nhiều trong các lĩnh vực khoa học công nghệ, trong y tế, trong kỹ thuật quân sự, thông tin liên lạc, kỹ thuật ảnh,....

Công nghệ phun phủ kim loại đã được một kỹ sư người Thụy Sĩ tên là Max Ulrich Schoop phát minh ra từ những năm đầu của thế kỷ 20. Nguyên lý của phương pháp công nghệ này là dùng nguồn nhiệt (hồ quang, khí cháy, plasma) làm nóng chảy kim loại. Sau đó, kim loại lỏng được dòng không khí nén thổi mạnh làm phân tán thành các hạt sương mù rất nhỏ, bắn lên bề mặt vật đã được chuẩn bị sẵn (làm sạch, tạo nhám) tạo ra một lớp kim loại phủ có độ dày theo yêu cầu, trong đó các hạt kim loại đè lên nhau theo từng lớp. Lúc đầu, phun phủ kim loại chỉ dùng cho mục đích trang trí, đến chiến tranh thế giới lần thứ hai, công nghệ này bắt đầu được sử dụng với quy mô rộng. Công nghệ phun phủ kim loại dần dần được sử dụng ở hầu khắp các nước châu Âu và càng ngày càng tỏ ra có nhiều tính ưu việt như: tiết kiệm nguyên vật liệu quý, tạo các lớp vật liệu phủ có độ dày theo ý muốn.

Với khả năng cơ động cao và dễ dàng điều khiển tự động, phun phủ nhiệt thích hợp cho việc chế tạo mới cũng như phục hồi chi tiết cũ; cũng có thể ứng dụng để xử lý tại chỗ, cục bộ đối với các kết cấu lớn hoặc các chi tiết phức tạp.

Nguồn năng lượng cách ly với bề mặt chi tiết, nhiệt độ bề mặt chi tiết khi phủ có thể giữ ở mức trên dưới 100oC. Do vậy, có thể ứng dụng để phủ các loại vật liệu khác lên bề mặt các vật liệu dễ cháy như phủ lên gỗ, vải, giấy, polyme.... Đặc biệt, công nghệ này thích hợp cho việc xử lý các chi tiết dễ biến dạng do nhiệt (trục khuỷu động cơ, cánh bơm, cánh turbin ...).

Càng ngày công nghệ xử lý bề mặt càng được quan tâm do nó có ý nghĩa quan trọng và quyết định nhiều đến tính chất của vật liệu. Một trong những giải pháp đó là tạo ra một lớp bề mặt có khả năng đáp ứng các điều kiện làm việc như: chịu mài mòn, chống ăn mòn, chịu nhiệt...

Có thể kể đến các phương pháp xử lý bề mặt như sau:

- + Nhiệt luyện.
- + Hoá Nhiệt luyện.
- + Tạo các lớp phủ lên bề mặt: mạ, nhúng, công nghệ CVD, PVD, phun phủ...

Trong đó, phương pháp phun phủ ngày càng được phát triển và mở rộng về quy mô, cải thiện về chất lượng, thể hiện tính ưu việt so với các phương pháp tạo lớp phủ khác. Nó đã trở thành một lĩnh vực chuyên môn riêng, thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học.

Hiện nay, với sự phát triển nhanh chóng của kỹ thuật và công nghệ, người ta đã nghiên cứu chế tạo và đưa vào ứng dụng nhiều loại đầu phun khác nhau phục vụ cho các phương pháp phun phủ: đầu phun dùng nhiên liệu khí cháy (dây, bột), đầu phun hồ quang điện (loại hai dây, ba dây...), đầu phun plasma (dây, bột), đầu phun bằng dòng cao tần, đầu phun bằng kích nổ.... Đặc biệt đã có những cải tiến đáng kể trong năng suất phun như phát triển các thiết bị và dây chuyền phun tự động với độ ổn định và chất lượng ngày càng cao. Về công nghệ cũng đã giải quyết thành công các chế độ công nghệ phun cho các vật liệu có nhiệt độ nóng chảy cao (vật liệu gốm, các loại cacbid, các loại oxit kim loại...). Phun phủ có thể phủ được các kim loại nguyên chất, các hợp kim lên bề mặt kim loại, hợp kim hay bề mặt vật khác như gỗ, vải, giấy, sứ.... Bằng phun phủ người ta có thể tạo ra lớp chịu nhiệt, lớp dẫn điện trên vật liệu không dẫn điện; tạo ra lớp chống ăn mòn cho các kết cấu thép (cầu, cảng, ống dẫn, tàu thuyền...) làm việc trong môi trường oxy hóa hay môi trường ăn mòn điện hoá; phủ các lớp kim loại màu (kim loại quý hiếm) lên trên bề mặt của những kim loại khác nhằm mục đích tiết kiệm kim loại quý và tăng giá trị thẩm mỹ trong trang trí. Đối với các chi tiết làm việc trong môi trường chịu mài mòn, tùy theo điều kiện làm việc cụ thể người ta có thể phủ lên bề mặt các lớp có khả năng chống mài mòn như thép không gỉ, đồng thau, nhôm, hợp kim của niken... với các chiều dày theo yêu cầu. Phun phủ rất thích hợp và tỏ ra ưu việt trong việc sửa chữa và phục hồi các chi tiết (sửa chữa các khuyết tật của vật đúc, sửa chữa các chi tiết bị mòn như trục khuỷu, xy lanh, chốt piston...).

Sự phát triển của phun phủ lên bề mặt ngày nay đã mở rộng cho nhiều lĩnh vực khác nhau áp dụng: khí động học, hạt nhân, trong cơ khí để tạo lớp phủ chịu mài mòn, chống ăn mòn, tạo các lớp phủ trong ngành điện, lớp cách nhiệt.... Đặc biệt, trong những năm qua công nghệ phun phủ plasma đạt được sự tiến bộ vượt bậc nhờ ứng dụng những thành tựu về đo lường các dòng hạt bằng laser. Phương pháp này có thể phun các vật liệu có nhiệt độ nóng chảy cao như vonfram, molipden, crôm.... Phương pháp này rất có ý nghĩa trong việc phủ các lớp trong ngành kỹ thuật tên lửa, ngành kỹ thuật điện (phủ vật liệu không dẫn điện) và trong gia công các chi tiết chịu nhiệt độ cao.

Phạm vi ứng dụng của phương pháp phun phủ có thể được phân loại như sau:

- + Phun phủ phục hồi.
- + Công nghệ gia công mới.
- + Phun các lớp phủ đặc biệt có giá thành vật liệu cao: chịu mài mòn, chống ăn mòn, chịu nhiệt...

+ Phun các lớp phủ (lớp phủ dẫn điện, dẫn nhiệt tốt, lớp phủ từ tính...) lên các chi tiết mà vật liệu cơ bản không có các đặc tính này.

- + Sửa chữa khuyết tật của vật đúc.
- + Sửa chữa các khuyết tật xuất hiện khi gia công cơ.
- + Tạo lớp trang trí.

Trong đó, mục đích phun phủ phục hồi các chi tiết máy bị mài mòn và bảo vệ chống ăn mòn các kết cấu thép là được ứng dụng nhiều hơn cả.

Bên cạnh những ưu điểm thì phương pháp phun phủ vẫn còn một số nhược điểm cần khắc phục:

- + Mối liên kết giữa lớp phủ và nền còn thấp.
- + Tổn thất vật liệu phun nhiều.
- + Ảnh hưởng đến sức bền của chi tiết (giảm giới hạn mỏi của chi tiết).
- + Bề mặt phun luôn yêu cầu phải làm sạch và tạo độ nhấp nhô.
- + Đòi hỏi trình độ tay nghề công nhân kỹ thuật cao, điều kiện làm việc nặng nhọc, độc hại.

Nếu dựa theo nguồn nhiệt sử dụng để phun thì phun phủ được chia làm 2 công nghệ chính như sau:

- + Nguồn điện: hồ quang điện, plasma.
- + Nguồn hóa: ngọn lửa khí cháy, HVOF...

Nếu chia theo loại vật liệu phun thì có hai loại: vật liệu phun dạng dây, vật liệu phun dạng bột. Ngoài kim loại còn có thể phun các vật liệu phi kim loại (gốm, carbid...).

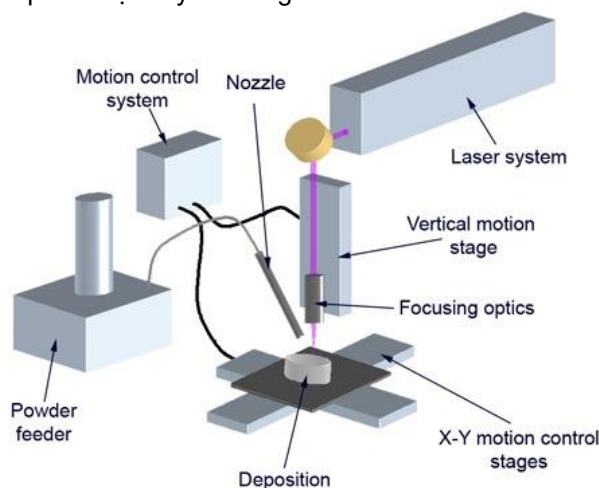
Hiện nay, phun phủ đang được phát triển mạnh ở các nước tiên tiến như: Anh, Pháp, Đức, Mỹ, Nhật, Nga, Thụy Điển... với các dây chuyền công suất cao, có thể lên tới khoảng một tấn vật liệu phun trong một ngày. Tại các nước có công nghệ khoa học phát triển đều thành lập các viện, trung tâm hay hiệp hội để nghiên cứu và ứng dụng công nghệ phun phủ: Hiệp hội phun phủ nhiệt Nhật Bản - JTSS, Hiệp hội phun phủ nhiệt Mỹ - ATSS, viện Công nghệ Bombay (Ấn Độ), viện Khoa học vật liệu quốc gia Tsukuba, Ibaraki (Nhật Bản)... hàng năm đều có các cuộc hội thảo báo cáo quốc tế về lĩnh vực này. Các hiệp hội đều có các tạp chí riêng và xây dựng tiêu chuẩn cho lĩnh vực này.

Trong những năm gần đây, song song với việc phát triển khoa học công nghệ và các ngành kỹ thuật, công nghiệp thì việc đòi hỏi nâng cao chất lượng sản phẩm và kéo dài tuổi thọ của các kết cấu chi tiết là không thể thiếu. Phun phủ là một phương pháp bắt đầu được nhiều ngành và các công ty ở Việt Nam quan tâm đến.

Công nghệ, thiết bị phun phủ cũng được nhập khẩu vào Việt nam từ các nhà sản xuất hàng đầu thế giới. Eutectic Castolin là một tên tuổi trong lĩnh vực sản xuất thiết bị và vật liệu hàn đặc biệt cho các ứng dụng hàn sửa chữa, phục hồi và phun phủ kim loại.

2. Công nghệ Laser cladding trong phun phủ

Laser cladding là quá trình mà trong đó kim loại (dạng bột hoặc dây) được lắng đọng vào một kim loại khác bằng cách sử dụng nguồn nhiệt là một chùm tia laser. Đây là một công nghệ thay thế cho hàn và phun phủ nhiệt truyền thống.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống Laser cladding

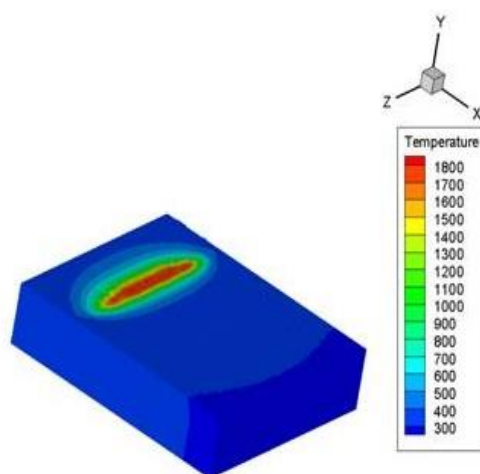


Hình 2. Phun phủ lớp bề mặt bằng Laser cladding

Về cơ bản, hệ thống tạo ra chùm tia laser nhờ một tập hợp các kính quang học tập trung, một thùng nạp bột và một bộ phận tay máy. Hệ thống laser cladding làm việc hoàn toàn tự động và điều khiển chính xác quá trình phủ.

Công nghệ này cũng tương tự như phun nhiệt ở chỗ, sử dụng một nguồn năng lượng để làm tan chảy các nguyên liệu đang được sử dụng làm chất nền. Điểm khác biệt là, phương pháp này sử dụng nguồn nhiệt là chùm tia laser tập trung và làm tan chảy kim loại nền. Điều này giúp tạo nên một liên kết kim loại có lực kết dính cao hơn phun nhiệt truyền thống. Kết quả là lớp phủ đậm đặc 100% không bị tạo khoảng trống hay rỗ khí.

Ưu điểm: Một trong những lợi thế của quá trình là tập trung năng lượng từ một tia laser thành chùm laser nên nó có thể được hội tụ vào một vùng rất nhỏ và giữ cho vùng bị ảnh hưởng nhiệt của kim loại nền rất nhỏ. Điều này giảm thiểu nguy cơ nứt, xoắn hoặc thay đổi tính chất kim loại của kim loại nền. Độ dày lớp phủ có thể đạt 0,125 inch (3.1mm) trong một lần phủ hoặc trong nhiều lần phủ.



Hình 3. Phân bố nhiệt độ vùng phun phủ bằng Laser scadding

3. Ứng dụng Laser cladding

- Rất lý tưởng cho sửa chữa & phục hồi chi tiết kim loại: mài mòn, nứt tróc;
- Nghiên cứu và phát triển cải thiện tính chất vật liệu;
- Cải thiện khả năng chịu mài mòn và tuổi bền mỏi của chi tiết kim loại.



Hình 4. Ứng dụng phun phủ bằng Laser scadding phục hồi bề mặt bị mài mòn của trục vít.



Hình 5. Ứng dụng phun phủ bằng Laser scadding phục hồi bề mặt bị biến dạng của trục.

4. Kết luận:

Công suất bức xạ cao, quá trình phục hồi ít phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu, nên có thể ứng dụng để phục hồi các bề mặt có độ bền cao, khó phun phủ bằng các phương pháp truyền thống.

Có khả năng phục hồi những bề mặt phức tạp, các vị trí bề mặt khó tiếp cận, có thể phủ được cả những khuyết tật nhỏ do nứt, tróc.

Thời gian nung nóng bề mặt ngắn, vùng chịu tác động nhiệt không lớn, ít bị biến dạng, nên đảm bảo độ chính xác và chất lượng bề mặt phục hồi.

Công nghệ này mở ra và phát triển những phạm vi sử dụng mới, nâng cao năng lực sửa chữa phục hồi.

Tài liệu tham khảo

- [1] Hoàng Tùng. Công nghệ phun phủ và ứng dụng. NXB Khoa học và kỹ thuật, 2006
- [2] Nguyễn Trung Kiên, ứng dụng công nghệ phun phủ nhiệt trong phục hồi bề mặt chi tiết, Trung tâm NCƯD&PT KH-CN. Email: trungkientkt@gmail.com
- [3] Nguyễn Minh Cảo, Nguyễn Văn Trọng. Laser và ứng dụng, NXB TP HCM, 1984
- [4] Nguồn internet.

HỆ THỐNG BÔI TRƠN SƠ MI XI LẠNH KIỂU ĐIỆN TỬ ĐƯỢC LẮP ĐẶT TRÊN CÁC ĐỘNG CƠ CHÍNH LAI CHÂN VỊT ĐỊNH BƯỚC ELECTRONIC CYLINDER LUBRICATOR SYSTEM INSTALLED ON MAIN ENGINES DRIVE FIXED PITCH PROPELLERS.

ThS. Nguyễn Văn Ba
Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng Hải Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu tổng quan về hệ thống bôi trơn sơ mi xilanh 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 lai 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: Quy trình khai thác, động cơ Diesel, hệ thống bôi trơn xi lanh kiểu điện tử.

Abstract

This paper introduce generally about 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: Procedure of operation, Diesel engine, electronic cylinder lubricator system.

1. Giới thiệu chung

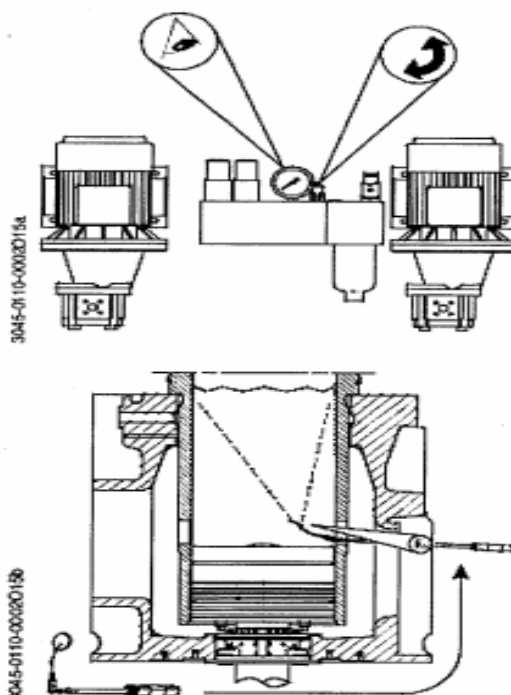
Hệ thống bôi trơn sơ mi xi lanh cho động cơ Diesel tàu thủy được thiết kế nhằm mục đích bôi trơn giữa bề mặt gương sơ mi xi lanh và bề mặt ngoài các xéc măng (phần tiếp xúc trực tiếp với bề mặt gương sơ mi xi lanh), biến ma sát trượt khô thành ma sát trượt ướt, điền đầy các khe hở giữa các bề mặt tiếp 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 xy 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 xilanh 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 tử 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 tử, 2 bình tích năng mỗi cụm dùng cho 1 xy lanh động cơ. Cụm này được lắp đặt ngay phía dưới cụm bơm cơ khí, vị trí này giúp cho việc kết nối với hệ thống cũng như bơm tăng áp, cụm ALCU và vòi phun cũng như việc đổi làm việc của chúng diễn ra thuận lợi nhất.
- 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 lai 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.



Hình 2: Phương pháp kiểm tra sự hoạt động của hệ thống

3.2. Kiểm tra trong suốt thời gian khởi động của động cơ

- Khi khởi động quạt gió phụ của động cơ, hệ thống bôi trơn ALPHA đã được lập trình đảm bảo sự tự động bôi trơn trước. Trạm bơm sẽ tự động dừng nếu động cơ không được bắt đầu hoạt động ngay sau đó.

- Kiểm tra bơm trong trạm bơm tự động khởi động khi động cơ được khởi động và áp suất dầu xilanh có đạt 40 - 50 bar hay không.

- Kiểm tra tất cả các đèn xanh có sáng trong hộp trung gian của mỗi thiết bị bôi trơn.

- Kiểm tra không có bất kì báo động được phát hiện trong buồng điều khiển và trong bảng HMI. Khởi động động cơ dưới thời tiết lạnh thường sẽ bị thất bại.

- Để ngăn chặn điều này, sự lưu thông của dầu xilanh trong các đường ống chính trong điều kiện thời tiết lạnh được cải thiện bằng việc đưa ra van by-pass điều khiển bằng được lắp đặt đối diện cuối đầu vào vào của dầu bôi trơn.

- Van by-pass chỉ được đưa vào trong động cơ với hai thiết bị bôi trơn trên mỗi xylanh. Trên động cơ với mỗi thiết bị bôi trơn trên 1 xylanh, van trên block xanh dành để làm khô bộ tích lúc đại tu có thể được sử dụng như van by-pass.

- Mục đích chính mới của van by-pass là để đường ống nóng lên bằng việc lưu thông của dầu xilanh trong các đường ống chính với mở van by-pass trước khi động cơ khởi động. Van sẽ được đóng ngay trước khi khởi động động cơ.

3.3. Kiểm tra định kì trong suốt quá trình hoạt động bình thường của động cơ

- Kiểm tra xem tất cả các đèn LED chỉ báo phản hồi trên các hộp trung gian có sáng không.

- Cảm thấy sự giảm áp suất từ việc bơm của các thiết bị bôi trơn trên mỗi ống bôi trơn. Nếu nghi ngờ, tháo dỡ đường ống tại sơ mi xi lanh để quan sát lưu lượng dầu cấp.

- Kiểm tra đồng hồ đo áp suất dầu trên trạm bơm. Giá trị thường trong khoảng 40 - 50 bar.

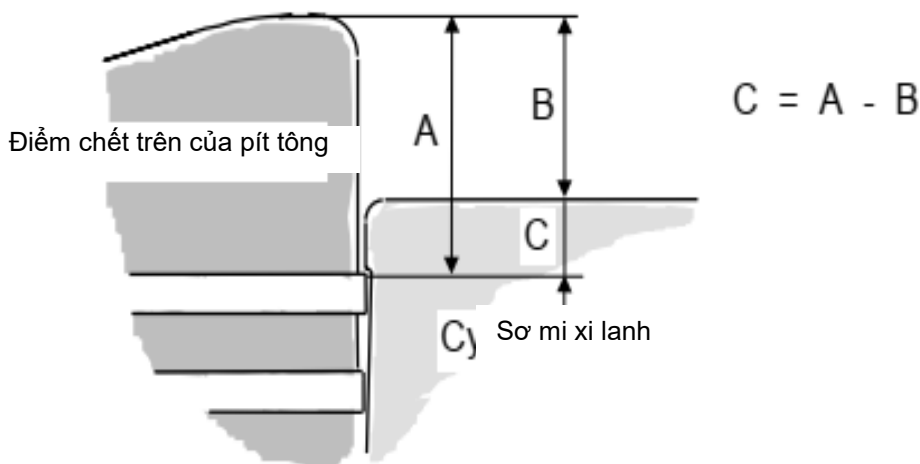
- Kiểm tra rò rỉ dầu trong hệ thống và mức tiêu thụ dầu xilanh qua lưu lượng kế.

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.

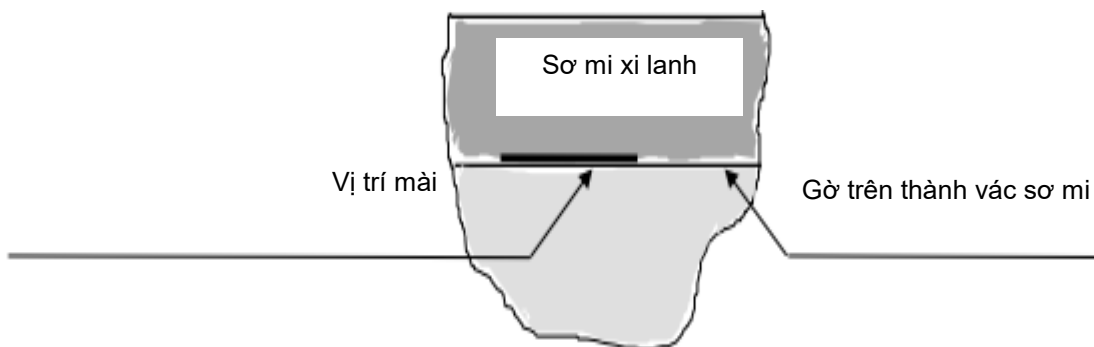
Thiết bị mài trong hình vẽ 1 được dẫn động bằng khí nén. Sau khi lắp đặt lên sơ mi xi lanh, thiết bị sẽ tự định tâm sơ mi. Đầu mài dạng hình trụ, đường kính 8mm, được đặt nghiêng 25° so với phương thẳng đứng. Trước khi thực hiện công việc mài rãnh cần tiến hành đo đạc các kích thước trong hình vẽ sau:



- A: Khoảng cách từ đỉnh pít tông tới séc măng thứ nhất B: Khoảng cách từ đỉnh pít tông tới mặt trên sơ mi
 C: Khoảng cách từ gờ tới mặt trên sơ mi

Hình 2: Các kích thước cần đo đạc khi pít tông ở điểm chết trên

Sau khi xác định được vị trí gờ thông qua việc đo đạc, tính toán kích thước C, thiết bị mài với đồ gá định tâm được lắp đặt lên sơ mi với đầu mài tiếp xúc với thành sơ mi tại vị trí cách điểm C về phía trên 1 khoảng cách $(4-h/5)$ mm, với h là chiều cao của séc măng khí, sau đó tiến hành mài.

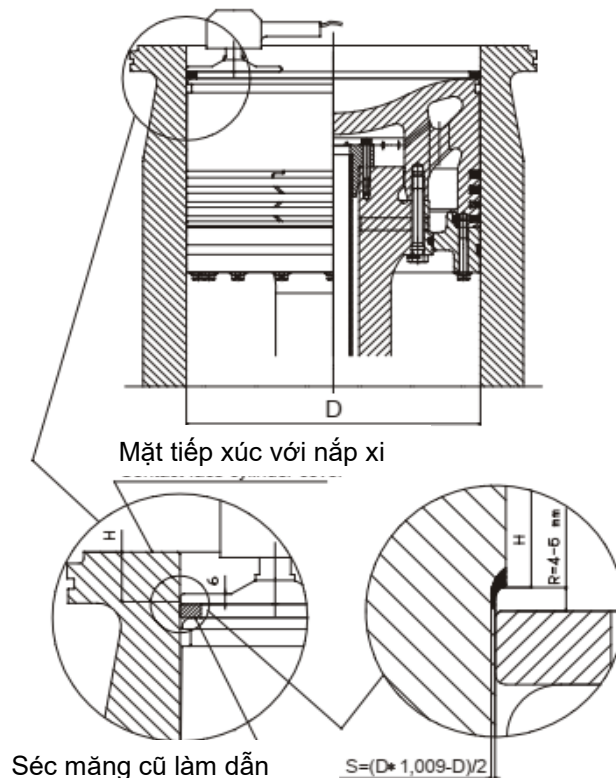


Hình 3: Vị trí tiến hành mài gờ tại phần trên của sơ mi xi lanh

2.2. Mài bằng tay với máy mài

Thông thường thiết bị mài được trình bày tại phần trên không được trang bị dưới tàu thủy do giá thành cao, do đó, một phương pháp đơn giản hơn được sử dụng để mài gờ trên vách sơ mi xi lanh là sử dụng máy mài góc – một dụng cụ cầm tay giá thành thấp, luôn được trang bị trên tàu thủy.

Khi tiến hành mài, nên đặt một chiếc séc măng cũ nên đỉnh pít tông và via pít tông tới vị trí séc măng này cách gờ trên khoảng $R = 4-5$ mm và mài vào thành sơ mi 1 rãnh có chiều sâu: $S = (D \cdot 1.009 - D) / 2$ bằng cách sử dụng đá mài có chiều dày 6mm. Hình 4 minh họa phương pháp này.



Hình 4: Mài gờ tại phần trên của sơ mi xi lanh bằng máy mài tay

3. Kết luận

Bài báo đã trình bày hai phương pháp mài loại bỏ và ngăn ngừa sự tái hình thành gờ trên vách sơ mi. Phương pháp thứ nhất với ưu điểm tạo rãnh chính xác, thời gian ngắn và không đòi hỏi người mài phải có trình độ cao. Tuy nhiên, giá thành của dụng cụ mài còn cao chưa phù hợp để cung cấp cho tàu thủy. Phương pháp thứ hai với dụng cụ đơn giản, rẻ tiền, rất phù hợp cho thuyền viên tự thực hiện. Tuy nhiên việc xác định vị trí mài và thực hiện thao tác mài đòi hỏi người tiến hành phải có tay nghề tốt, thời gian mài dài hơn.

Tài liệu tham khảo

- [1] MAN B&W engine maker service letters, URL: <https://marine.man-es.com/two-stroke/service-letters>.
- [2] MAN B&W engine maker "6S50MC instruction manual", Kawasaki shipyard, 10, 2010.

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BƠM THỦY LỰC BẰNG ĐIỆN TỬ (IFC)

ELECTRO-HYDRAULIC PUMP CONTROL (INTELLIGENT FLOW CONTROL)

ThS. Phạm Văn Linh
 Khoa Máy tàu biển, Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu về công nghệ điều khiển thông minh bơm thủy lực bằng điện tử - Intelligent Flow Control (IFC), đây là một thành tựu mới dưới góc độ điều khiển trong hệ thống thủy lực. Khi sử dụng IFC sẽ giúp nâng cao hiệu suất của hệ thống do bơm thủy lực được điều khiển trực tiếp sao cho áp suất và lưu lượng của nó phù hợp yêu cầu của hệ thống ở các chế độ tải khác nhau.

Từ khóa: Điều khiển điện tử, bơm thủy lực

Abstract

This paper introduce an innovative elctro-hydraulic system based on Intelligent Flow Control (IFC). Using IFC enables the system achieve high level of performance, hydraulic pump's pressure & flow are controlled directly with high control quality according to the demand of system in different modes.

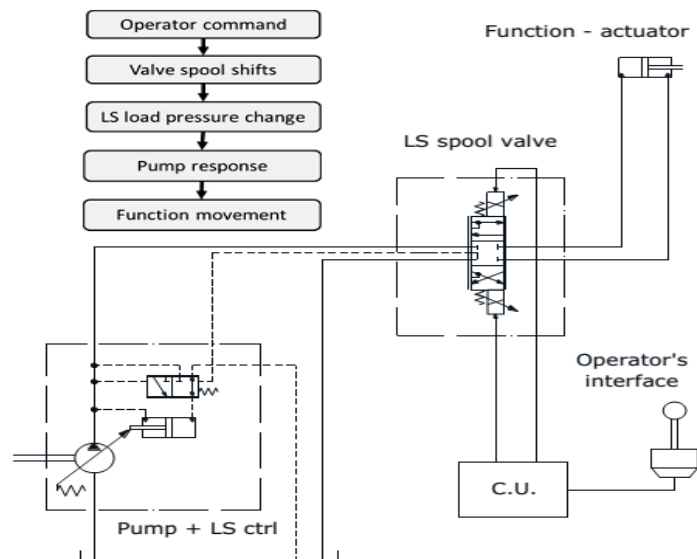
Key words: Electro-hydraulic pump control, IFC

1. Giới thiệu chung

Trong những năm của thập kỷ trước, sự phát triển của hệ thống thủy lực được đánh dấu bởi mức độ thông minh và tự động hóa của hệ thống ngày càng cao. Tuy nhiên sự phát triển này chỉ tập trung vào cụm van hướng dòng và các các van điều khiển khác, trong khi đó công nghệ điều khiển bơm thủy lực chưa được phát triển tương ứng. Ngay cả trong một hệ thống thủy lực được coi là hiện đại có sử dụng cảm biến phụ tải (Load sensing – LS control system), thì bơm thủy lực là bơm thể tích có thể điều chỉnh sản lượng của bơm bởi xy lanh điều khiển thủy lực có cơ cấu bù cơ khí, thông qua tín hiệu áp suất được gửi tới từ các van điều khiển. Trong những năm gần đây với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ điện tử và công nghệ thông tin đã tạo ra thế hệ bơm thủy lực mới được điều khiển điện tử (electro-hydraulic pump control) dựa trên nguyên lý điều khiển sản lượng thông minh (Intelligent Fow Control-IFC system). Hệ thống IFC mới này có rất nhiều ưu điểm so với hệ thống truyền thống LS. Sau đây sẽ trình bày cụ thể hơn về hai loại hệ thống này và so sánh ưu nhược điểm của chúng.

2. Hệ thống điều khiển bơm thủy lực theo phụ tải bằng cơ cấu cảm biến tải (LS control system)

Hình vẽ 1.1 Trình bày sơ đồ của hệ thống điều khiển bơm thủy lực bằng cơ cấu cảm biến tải, trong hệ thống này khi chưa có tín hiệu điều khiển thì van hướng dòng 5/3 dạng con trượt trượt làm việc tại vị trí giữa khi đó xy lanh điều khiển của cơ cấu cảm biến tải (LS control) sẽ duy trì sản lượng của bơm bằng “0”.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống LS – Load sensing control

Khi người vận hành tác động vào tay điều khiển (operator's interface), tín hiệu điều khiển này sẽ được đưa tới làm dịch chuyển con trượt của van hướng dòng thông qua bộ điều khiển (C.U). Van hướng dòng sẽ làm việc tại vị trí bên trên hoặc bên dưới phù hợp với tín hiệu điều khiển, lúc này một đường dầu điều khiển được đưa tới cơ cấu cảm biến tải tác động vào xy lanh điều khiển làm cho bơm có sản lượng. Cụ thể bơm sẽ được điều chỉnh tạo ra áp suất P_p , và cuối cùng sẽ làm phần tử thực hiện (actuator) chuyển động.

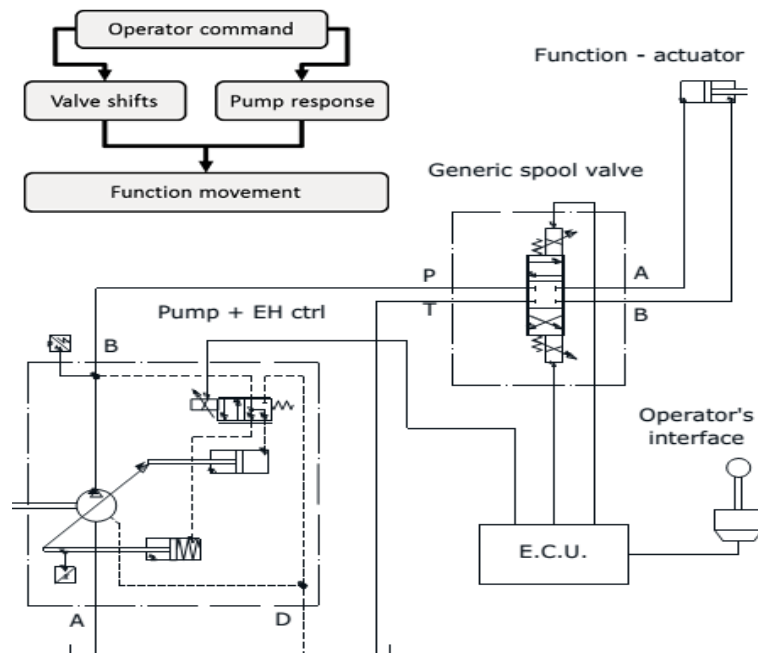
$$P_p = P_{LS} + S$$

Trong đó P_{LS} : Áp suất đặt từ cơ cấu cảm biến tải.

S: Phần áp suất dư thừa dự trữ.

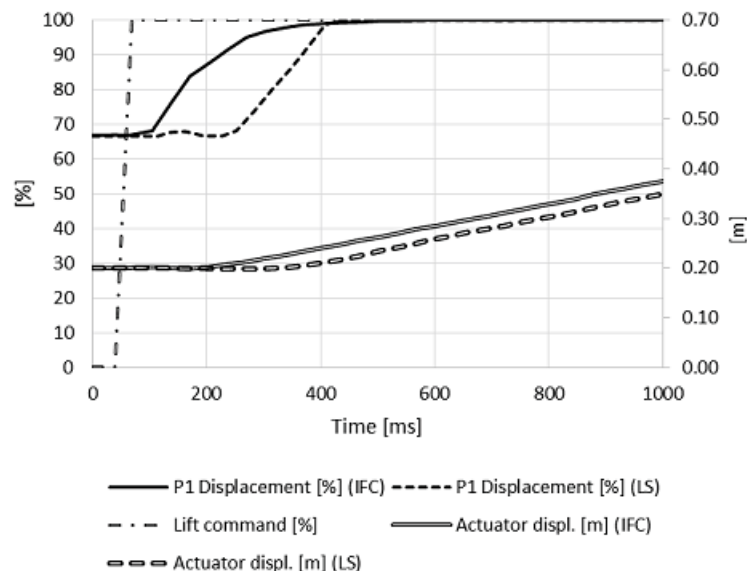
Số với các hệ thống trước đây hệ thống này có ưu điểm là tính điều khiển không phụ thuộc vào tốc độ của phần tử thực hiện cũng như các chế độ tải khác nhau.

3. Hệ thống điều khiển bơm thủy lực bằng điện tử (ICF system)



Hình 2. Sơ đồ hệ thống IFC – Intelligent Flow Control

Trong những năm gần đây với sự phát triển mạnh mẽ của nền tảng IFC đã tạo ra những hệ thống thủy lực thế hệ mới với bơm thủy lực được điều khiển sản lượng và chiều cấp qua bộ điều khiển điện tử. Hệ thống IFC đã đánh dấu một tầm cao mới về góc độ điều khiển thông minh và cải thiện hiệu suất của các phần tử trong hệ thống thủy lực. Đồng thời việc sử dụng IFC cũng vạch ra một hướng mới trong việc thiết kế các hệ thống thủy lực mà ở đó hệ thống được đơn giản hóa và trở lên gọn nhẹ mà không hề ảnh hưởng tới hiệu suất của hệ thống.



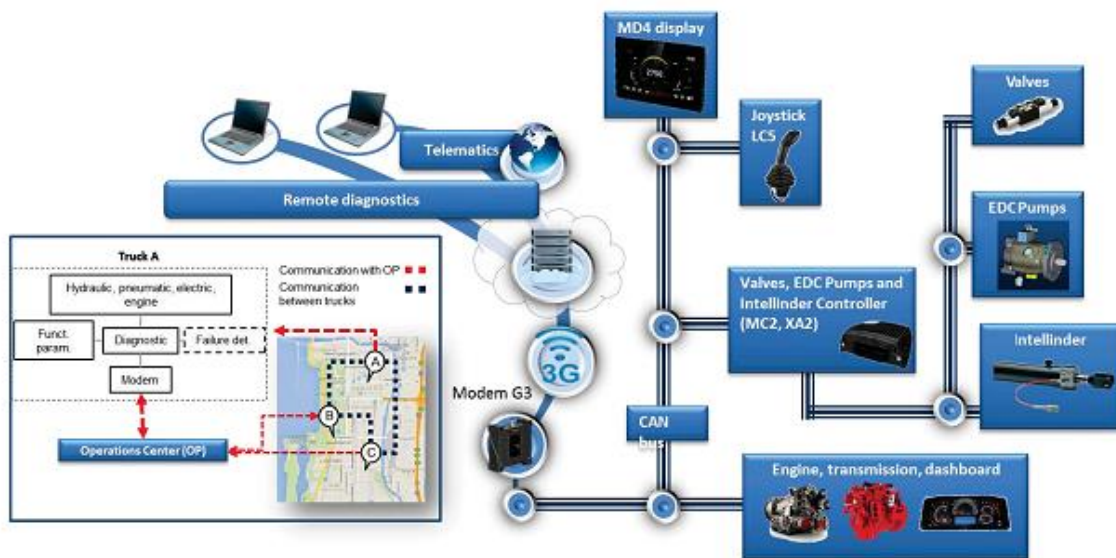
Hình 3. Đồ thị so sánh độ nhạy của hệ thống IFC và hệ thống LS

Hình 2 là sơ đồ của một hệ thống sử dụng bộ điều khiển điện tử (E.C.U – electronic control unit). Đối với hệ thống này thì khi người vận hành tác động vào tay điều khiển thì tín hiệu điều

kiến sẽ được bộ điều khiển gửi trực tiếp tới cơ cấu điều chỉnh sản lượng của bơm và tới van hướng dòng. Nhờ có một cảm biến góc xoay được đặt trên cán piston của xy lanh điều khiển kết hợp với một bộ chuyển đổi tín hiệu áp suất mà sản lượng cũng như áp suất thực tế của bơm luôn luôn được ghi lại và phản hồi về bộ điều khiển. Bộ điều khiển sẽ so sánh giá trị này với giá trị yêu cầu, từ đó đưa ra tín hiệu điều chỉnh sản lượng, áp suất cũng như giới hạn về công suất thủy lực cho bơm. Như vậy so sánh với hệ thống cảm biến tải LS thì hệ thống IFC không có sự kết nối làm việc giữa bơm thủy lực và cơ cấu cảm tải, bơm được điều khiển trực tiếp bởi E.C.U sẽ giúp cho hệ thống phản ứng nhanh với tín hiệu điều khiển đồng thời hệ thống không bị rung, giật, mất ổn định do thay đổi đột ngột áp suất làm việc của bơm. Hình 3 dưới đây so sánh tốc độ phản ứng của hệ thống IFC và hệ thống LS

4. Các phần tử trong bộ điều khiển của hệ thống IFC.

Các phần tử trong bộ điều khiển ECU chủ yếu là các linh kiện điện tử, đặc biệt phần tử phản hồi vị trí của đối tượng được điều khiển (cơ cấu điều khiển bơm thủy lực) là phần tử rất quan trọng để đạt được tốc độ cũng như độ chính xác của quá trình điều khiển. Đối với bơm thủy lực được điều khiển bởi ECU thì xy lanh điều khiển rất nhỏ gọn so với các loại khác vì vậy sẽ giảm được kích thước của bơm và cụm van điều khiển. Hình 4 thể hiện sơ đồ điều khiển logic của hệ thống IFC trong đó sử dụng phần mềm điều khiển IQAN của hãng Parker Hannifin. Trong đó MD4 và XA2 là các phần tử điều khiển logic chúng sẽ xử lý tín hiệu phản hồi được gửi về từ các cảm biến đồng thời nhận tín hiệu điều khiển đầu vào thông qua giao diện với người vận hành. Phần tử MC2 là bộ xử lý tốc độ cao để điều khiển sản lượng cũng như áp suất của bơm thủy lực. MD4 được kết nối với MC2 qua CAMbus - thiết bị tính toán sản lượng mong muốn mà bơm cần tạo ra, từ đó giúp MC2 điều khiển bơm đạt được sản lượng và áp suất theo yêu cầu. Tất cả các thiết bị đều được kết nối bộ truyền tín hiệu Modem G3 sẽ cho phép trung tâm vận hành, quản lý chuẩn đoán kỹ thuật từ xa, và đưa ra các giải pháp xử lý khi hệ thống gặp vấn đề.



Hình 4. Sự kết nối giữa các phần tử điều khiển trong hệ thống IFC của hãng Parker.

5. Kết luận.

Đứng dưới góc độ điều khiển, việc bơm thủy lực được điều khiển trực tiếp bởi một bộ điều khiển điện tử có tích hợp các cơ cấu phản hồi sẽ cho phép điều khiển sản lượng và áp suất của bơm thủy lực một cách linh động và chính xác. Hệ thống sẽ cung cấp một lượng dầu thích hợp tương ứng với từng chuyển động cụ thể trong một khoảng thời gian nhất định của các phần tử thực hiện. Việc ứng dụng ECU trong hệ thống thủy lực không chỉ nâng cao hiệu suất làm việc của hệ thống mà còn mở ra một hướng phát triển mới ở cấp độ điều khiển thông minh.

Tài liệu tham khảo

- [1] TS.MTr. Phạm Hữu Tân (2012) *Máy phụ tàu thủy tập I*, NXB Giao thông vận tải.
- [2] 10th International Fluid Power Conference, Dresden 2016.

**GIẢI PHÁP HÚT KHÓI KHI XẢY RA CHÁY NỔ TRONG CÔNG TRÌNH
DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP**
**SOLUTION TO ABSORB SMOKE IN CASE OF FIRE AND EXPLOSION
IN CIVIL AND INDUSTRIAL BUILDING**

ThS. Lê Đình Dũng
Bộ môn Máy tàu thủy, Khoa Máy Tàu Biển

Tóm tắt

Nội dung của bài báo này đưa ra giải pháp hút khói khi xảy ra cháy nổ trong công trình dân dụng và công nghiệp.

Abstract

This paper provides the solutions to absorb smoke in case of fire and explosion in civil and industrial building.

Key words: *Smoke absorbing solution.*

1. Đặt vấn đề

Khi xảy ra cháy thường phát sinh ra khói và là một trong những mối đe dọa lớn nhất về an toàn đối với con người. Theo thống kê của Anh năm 2011 ở Anh có 388 người chết cháy thì tỉ lệ con người chết nguyên nhân từ khói chiếm 34%. Khói là hỗn hợp của các sản phẩm của quá trình đốt cháy với không khí và bụi. Những sản phẩm này bao gồm carbon, acid hữu cơ, andehit và nhựa. Nhiều sản phẩm của quá trình đốt cháy nặng hơn không khí. Tuy nhiên, trong môi trường nóng của ngọn lửa, khói mở rộng và gia tăng không những ảnh hưởng trực tiếp đến con người tại khu vực cháy mà còn nhanh chóng lan sang môi trường xung quanh, khu vực hành lang thoát nạn. Một số câu hỏi đặt ra là làm thế nào để ngăn chặn gia tăng tốc độ khói đến môi trường xung quanh? Tăng thời gian thoát nạn cho người trong khu vực cháy? Giảm nguy cơ cháy nổ và phá hủy kết cấu công trình? Do đó việc đưa ra một số giải pháp hút khói trong công trình dân dụng và công nghiệp luôn mang tính cấp thiết hiện nay.

2. Nguyên tắc cơ bản và mục đích về hút khói

2.1. Nguyên tắc cơ bản

Nguyên tắc cơ bản của việc hút khói là nhanh chóng làm thay đổi điều kiện áp suất tại khu vực cháy nhằm giải phóng khí cháy. Hút khói có thể là hút khói tự nhiên, cưỡng bức hoặc điều áp, việc lựa chọn phương pháp, kết cấu thành phần của hệ thống hút khói phụ thuộc vào không gian, kết cấu, tổng thể tích khu vực cần hút khói.

2.2. Mục đích

Mục đích của việc hút khói là giảm nhiệt độ và khí cháy trong không gian hở. Tùy thuộc vào loại, cấu trúc và hoạt động thoát nạn mà đưa ra các giải pháp khác nhau. Do vậy có các mục đích chính sau:

- Giảm sự tác động của khói và cháy để tạo điều kiện cho người thoát nạn
- Tạo điều kiện cho người chữa cháy tiếp cận đám cháy để kịp thời dập cháy.
- Ngăn chặn việc lan tràn khói và lửa trong các không gian khác của công trình.
- Cho phép hoặc tạo điều kiện cứu hộ trong giai đoạn phát hiện sớm khi cháy.

3. Giải pháp hút khói

3.1. Nguyên tắc thực hiện

Việc thực hiện tạo cửa hút khói có thể tạo dòng khí vào khi cháy là quá trình cháy có thể tăng lên so với trường hợp không có cửa hút khói. Tuy nhiên nếu hút khói được thiết kế thực hiện đúng cách sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình chữa cháy và thoát nạn. Vấn đề then chốt để hạn chế khói khi cháy là kiểm soát nguồn cháy và hút khói. Đặc biệt trong giai đoạn đầu của quá trình cháy nếu nguồn cháy được kiểm soát hoặc hút khói được thực hiện thêm vào đó kết hợp với quá trình chữa cháy sẽ làm trì hoãn sự gia tăng cháy nổ.

3.2. Bố trí cửa thông khói

Cửa thông của công trình có thể là tận dụng những khe hở như cửa sổ, cửa ra vào hoặc tạo lỗ thông khói. Khe hở đó cũng có thể được tạo trên mái nhà tùy thuộc vào điều kiện kết cấu cụ thể của công trình như sau:

Mở trực tiếp trên tại phòng cháy; đây là biện pháp bình thường liên kết với khái niệm về thông gió hút khói

Mở tại phòng liền kề phòng cháy; Việc mở này được thực hiện với cách ly hoặc đường dẫn khói. Loại này thực hiện hai chức năng.

- + Giảm tác động nhiệt và áp suất lên kết cấu và phòng liền kề
- + Cách ly kết cấu để khí cháy và cháy không lan rộng.

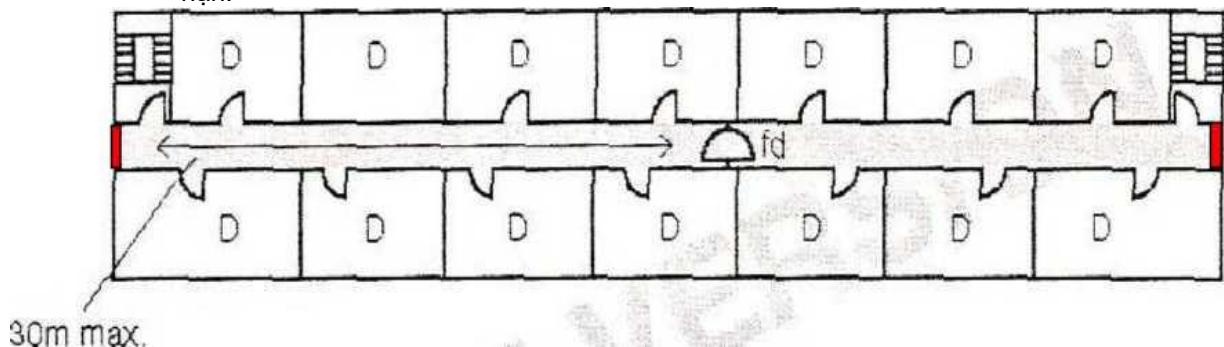
3.3. Quy định hành lang và cầu thang thoát nạn

Theo BS 5588 phần 5: 2004 quy định như sau:

- Các tầng nổi của tòa nhà khi chiều cao lớn hơn 18m thì phải bố trí đường thoát khói hoặc đường dẫn khói ra bên ngoài. Các tầng hầm không lớn hơn 10m.
- Quy định về hành lang và cầu thang thoát nạn

Cầu thang bộ	Hành lang
+ 1,5m ² cửa mở ở cầu thang bộ hoặc 1m ² mở cửa tại mỗi tầng	+ Ít nhất 1m ² thông khói tại hành lang khu vực cháy hoặc 3m ² mặt cắt ống thông khói với 1,5m ² cửa van tiết lưu mở ra ở mỗi tầng. + Phương pháp này (BRE) bỏ qua mở cửa ở phía dưới của ống hút khói.

- Quy định về khoảng cách hành lang thoát nạn
 - + Khoảng cách thoát nạn từ cửa xa nhất của phòng khi cháy tới cầu thang thoát nạn không được lớn 15m và tới cửa hút khói không lớn hơn 7,5m.
 - + Khi hành lang kín lớn hơn 30m thì phải bố trí cửa ngăn cháy trên hành lang thoát nạn.



Hình 1: Hành lang thoát nạn

3.4. Giải pháp hút khói

Hút khói thông thường được thực hiện theo ba giải pháp:

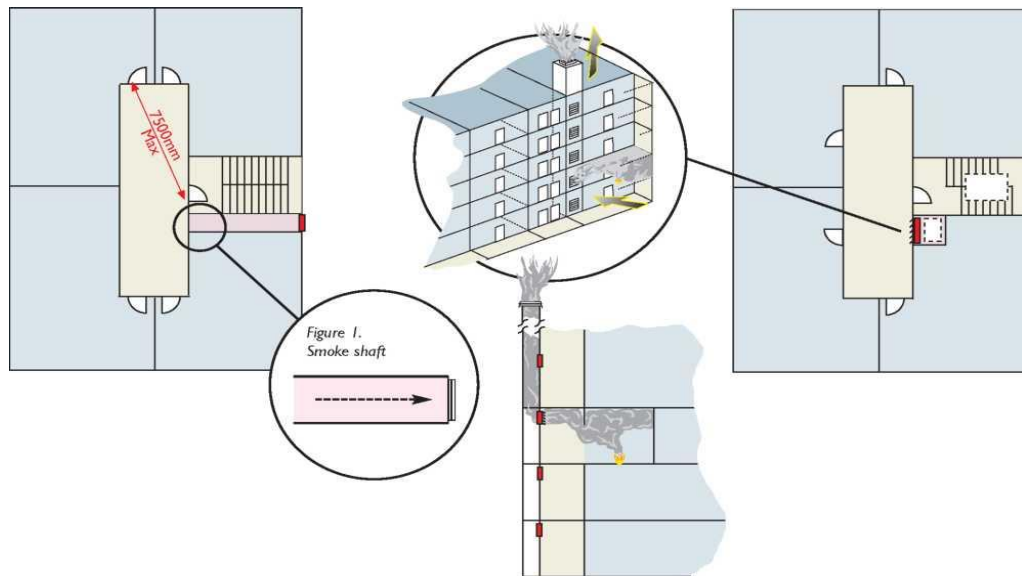
- *Hút khói theo phương ngang*: Với phương pháp này là khi các không gian trong các phòng có chiều cao tương đương nhau và diễn biến của khói là theo phương ngang. Ví dụ trong các tòa nhà chung cư hoặc nhà trong các công trình công nghiệp không thể tạo cửa hút khói trên trần hay mái nhà.

- *Hút khói theo phương thẳng đứng*: Là phương pháp mà trong các công trình thường được thiết kế để tạo không gian dòng khói đi từ điểm cháy lên trên thoát theo cửa hút khói trên mái nhà (Cửa mở hoặc khe hở hoặc quạt hút khói).

- *Hút khói cưỡng bức*: Là phương pháp tạo áp suất dương hoặc âm tại khu vực cháy để cho dòng khí cháy thoát ra ngoài qua cửa hút khói theo phương dọc hoặc phương ngang của tòa nhà.

3.4.1. Phương pháp hút khói trực BRE

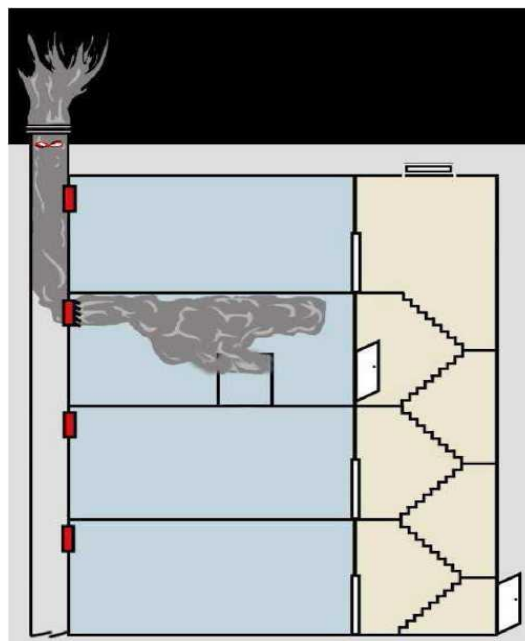
Phương pháp BRE là sử dụng một trục (ống hút khói) thẳng đứng để hút khói giữa các tầng, 3m² cửa trục kế nối với 1,5 m² cửa hút khói tại mỗi tầng, không khí được đưa vào thông qua 1m² tại cửa thoát hiểm cầu thang.



Hình 2: Phương pháp hút khói trực BRE

3.4.2 Phương pháp hút khói trực Colt

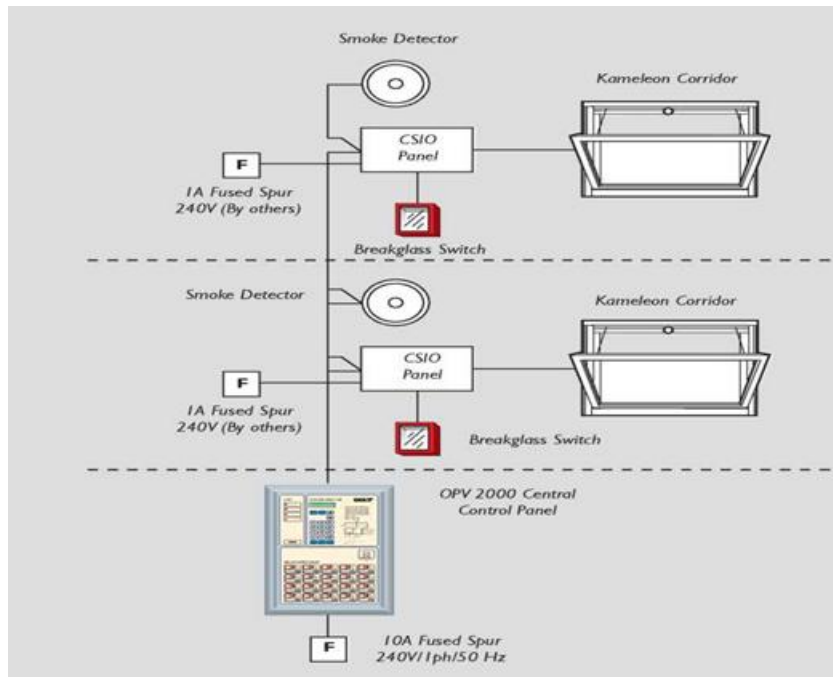
Phương pháp Colt là sử dụng một trục (ống hút khói) thẳng đứng để hút khói giữa các tầng, trên trục hút khói có bố trí quạt hút khói. Phương pháp này trục hút khói diện tích chỉ cần $0,6\text{m}^2$ của trục kết nối với $1,5\text{m}^2$ cửa hút khói tại mỗi tầng, không khí được đưa vào thông qua 1m^2 tại cửa thoát hiểm cầu thang.



Hình 3: Phương pháp hút khói trực Colt

3.4.3. Hệ thống Kiểm soát khói

Việc kiểm soát khói là bố trí một hệ thống điều khiển để đóng mở cửa hút khói. Việc điều khiển đóng mở cửa hút khói dựa trên tín hiệu của trung tâm báo cháy, khi xảy ra cháy ở một khu vực nào đó đầu báo cảm biến khói hoặc nhiệt đưa tín hiệu về tủ trung tâm báo cháy, tín hiệu đó được kết nối với hệ thống điều khiển để mở cửa hút khói. Ngoài ra hệ thống trên còn được kích hoạt hoạt động nút ấn.



Hình 4: Kiểm soát khói qua trung tâm báo cháy

4. Kết luận

Bài viết trên tác giả đưa ra được một số giải pháp hút khói nhằm ngăn chặn sự gia tăng tốc độ khói đến môi trường xung quanh để từ đó tăng thời gian thoát nạn cho con người trong khu vực cháy và giảm nguy cơ phá hủy kết cấu công trình.

Tài liệu tham khảo

- [1] Fire Ventilation. Stefan Svensson, 2000.
- [2] The use of positive pressure ventilation in firefighting operations. By J. G. Rimen, 2000.
- [3] Tiêu chuẩn thiết kế: điều hoà không khí, thông gió và sưởi ấm TCVN 5687: 2010.
- [4] Tiêu chuẩn thiết kế: phòng cháy chống cháy cho nhà và công trình TCVN 2622: 1995.
- [5] Tiêu chuẩn thiết kế: phòng cháy chữa cháy nhà cao tầng TCVN 6160: 1996.
- [6] Tiêu chuẩn thiết kế: hệ thống ống phân phối gió: SMACNA: 1985.

ĐƠN GIẢN KẾT CẤU THÂN – SƠ MI XILANH MÁY NÉN TÀU THỦY BẰNG VIỆC GIẢM TỶ SỐ NÉN

SYMPLIFY THE RELATION BETWEEN BLOCK & CYLINDER LINER OF MARINE COMPRESSOR BY REDUCING COMPRESSION RATIO

ThS. Đỗ Thị Hiền

Bộ môn Máy tàu thủy, Khoa Máy tàu biển

Tóm tắt

Máy nén khí tàu thủy cung cấp không khí nén áp suất cao, đủ để khởi động động cơ từ trạng thái nguội, thông thường trên tàu thủy sử dụng máy nén khí piston đa biến, hai cấp, có khoang làm mát bằng nước riêng giữa ống lót xilanh và thân máy. Bài báo này giới thiệu

một phương án thiết kế mới, đơn giản hóa kết cấu xi lanh máy nén cho chế độ làm mát bằng không khí..

Abstract:

Marine air compressor supplies high pressure compressed air, enough for start main and auxiliaries engine from cold state, normally on board the ship arrange polytropic air compressor, two stages with specific area of cooling water between block and cylinder liner. This article introduce a new design, symplify construction of block cylinder of air compressor for cool down by air.

Key words: Air compressor.

1. Đặt vấn đề

Máy nén khí piston được sử dụng nhiều cả trên bộ và dưới thủy, để cung cấp khí nén cho khởi động đảo chiều động cơ, cung cấp khí nén cho các hệ thống điều khiển từ xa, cung cấp khí nén phục vụ cho các công việc vệ sinh... Các máy nén hiện nay đang phổ biến trên tàu là loại hai cấp nén có khoang làm mát bằng nước cho xi lanh và nắp xi lanh, nên kết cấu vẫn phức tạp và yêu cầu thêm hệ thống làm mát phục vụ đi kèm, nếu là làm mát bằng nước biển thì tính tin cậy càng giảm. Vì vậy cần nghiên cứu một hướng mới....

2. Nội dung

2.1. Ảnh hưởng của tỷ số nén đến nhiệt độ làm việc của máy nén

Khi không khí bị nén nhiệt độ khí tăng, bảng 1.1 sau đây cho các nhiệt độ cuối của không khí nén ra khỏi máy nén. Khi nhiệt độ đầu $T_1 = 273 + t_1 = 293^{\circ}\text{C}$ ở các điều kiện nén với máy nén khí piston có đường kính piston $D = 0,07\text{ m}$.

Ta biết nhiệt độ bén lửa của dầu bôi trơn máy nén nằm trong khoảng $493- 533^{\circ}\text{K}$. Như vậy theo bảng thống kê này ta thấy khi tỷ số nén của máy nén $\epsilon = 8$ thì cho nhiệt độ cuối rơi vào vùng có nhiệt độ làm bốc cháy của dầu bôi trơn.

Khi tỷ số nén đạt đến 8 thì áp suất cửa đẩy khoảng 8KG/cm^3 còn kém xa áp suất được dùng trên tàu thủy hiện nay. Điều đó dẫn đến tỷ số nén sẽ bị giới hạn bởi 1 giá trị để đảm bảo an toàn về độ nhớt và bay hơi dầu gây cháy nổ với dầu bôi trơn máy nén, các máy nén ngày nay hiếm gặp tỷ số nén trong một cấp lớn hơn 7, những máy nén piston lưu lượng lớn thì tỷ số nén trong một cấp là không quá 4.

Bảng 1: Nhiệt độ khí nén cuối quá trình nén trong máy nén

$\epsilon = P_2/P_1$	Nhiệt độ cuối		
	Nén đoạn nhiệt	Nén đa biến có làm mát xy lanh	Nén đa biến + làm mát xy lanh+ nắp
2	358	357	325
4	438	402	372
6	493	454	409
8	536	493	443

Như vậy khi cần nhu cầu áp suất khí sử dụng lớn hơn 7 kG/cm^2 thì ta phải thực hiện nén nhiều cấp và một cách định tính ta có thể chọn số cấp nén theo giá trị áp suất cuối như sau:

Áp suất khí nén cấp cuối	Z (Số cấp nén)
÷ 7	1
÷ 30	2
÷ 100	4
÷ 150	5
÷ > 150	6

Khi tăng số cấp sẽ làm tăng tính phức tạp của kết cấu máy nén và tăng giá thành. Điều này giải thích tại sao phải hạn chế số cấp máy nén.

Máy nén tàu thủy với áp suất khí khởi động động cơ đến 30 kG/cm² với lưu lượng khí tiêu thụ không nhiều thì việc dùng máy nén khí piston nhiều hơn hoặc bằng 2 cấp với làm mát trong và sau mỗi quá trình nén sẽ đảm bảo chất lượng bôi trơn máy nén và tiết kiệm công nén.

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n \rightarrow V_2 = V_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{-\frac{1}{n}}; \quad (1.1)$$

Từ phương trình trạng thái của khí lý tưởng $PV = mRT$, khối lượng khí không đổi trong quá trình (1)→(2) trên đồ thị, ta có: $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$; (1.2)

Từ (1.1) và (1.2) có thể xác định nhiệt độ cuối quá trình nén theo công thức sau:

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}; \text{ Trong đó:} \quad (1.3)$$

T_1, T_2 – Nhiệt độ đầu và cuối cấp nén °K, $T_1 = t_1 + 273$

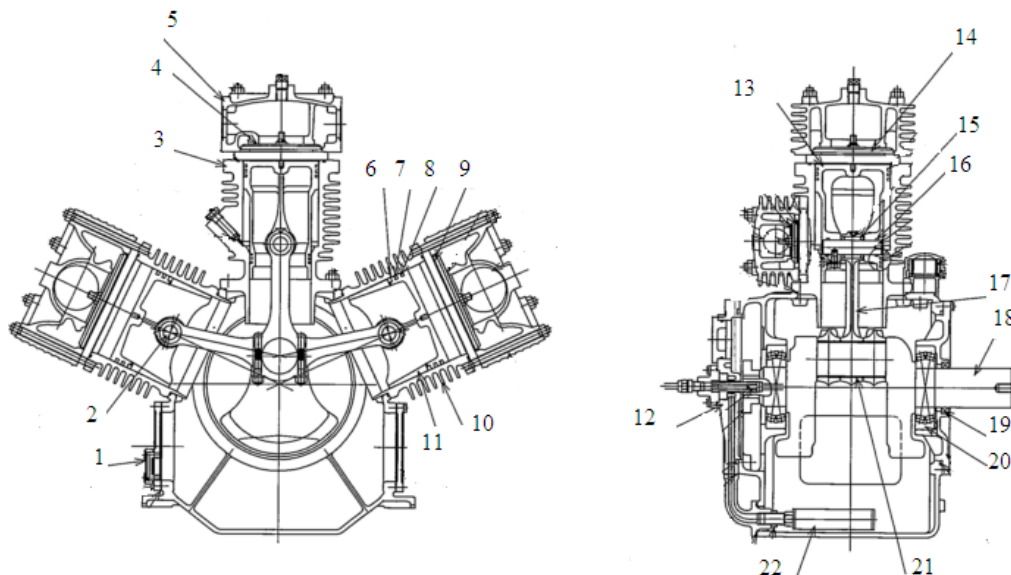
P_1, P_2 – Áp suất đầu và cuối quá trình nén kG/cm²

n – Chỉ số nén

2.2. Thiết kế máy nén khí piston tàu thủy làm mát bằng không khí

Máy nén tàu thủy với áp suất khí khởi động động cơ đến 30 kG/cm² với lưu lượng khí tiêu thụ không nhiều thì việc dùng máy nén khí piston nhiều hơn hoặc bằng 2 cấp với làm mát trong và sau mỗi quá trình nén sẽ đảm bảo chất lượng bôi trơn máy nén và tiết kiệm công nén.

Nhiệt độ cuối quá trình nén theo công thức (1.3) khi áp suất P_2 tăng thì nhiệt độ T_2 cũng tăng theo, để đảm bảo thân nhiệt máy nén, không phá hoại dầu bôi trơn chúng ta phải làm mát. Việc làm mát máy nén bằng không khí với nhiệt dung riêng của không khí ở nhiệt độ 40°C chỉ bằng ¼ của nước cũng ở nhiệt độ đó. Bài toán đặt ra lúc này là cần thiết phải giảm nhiệt phát sinh ra trong quá trình nén và tăng diện tích bề mặt tỏa nhiệt tức là chúng ta cần đồng thời thực hiện hai biện pháp:



Hình 1. Máy nén ba cấp làm mát bằng quạt gió

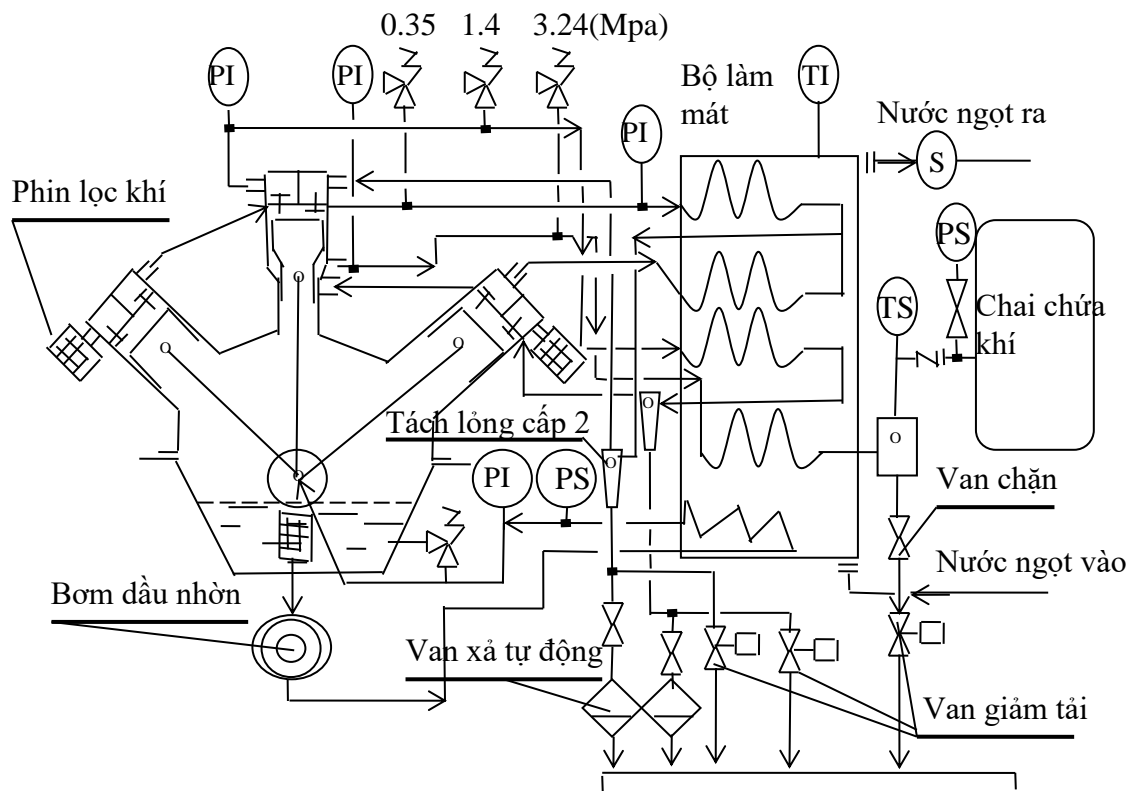
Biện pháp thứ nhất: Chế tạo xi lanh bằng thép đúc có các cánh tản nhiệt nhằm mục đích làm tăng diện tích bề mặt tỏa nhiệt từ vách xi lanh đến không khí, như vậy sẽ đảm bảo thân nhiệt cho máy nén. Kết cấu xi lanh trở nên đơn giản là xi lanh được đúc liền khối mặt ngoài xi lanh có các cánh tản nhiệt, mặt trong xi lanh được doa một lần, không có khoang làm mát. Khí làm mát được quạt gió thổi qua rãnh của các cánh tản nhiệt đó. Với phương pháp làm mát như vậy ta có thể bố trí máy nén ở bất kỳ đâu mà không phải phụ thuộc vào hệ thống làm mát bằng nước phức tạp kèm theo.

Biện pháp thứ hai: Giảm tỷ số nén trong các cấp nén của máy nén, để thực hiện điều này phải tăng số cấp nén nên ta có các phương án lựa chọn sau:

a. Thiết kế 3 cấp nén với kết cấu máy nén như hình 1, đây là máy nén khí đang được sử dụng trên thực tế tàu hàng rời 23 vạn tấn (tàu Honesty, công ty NSU – Nhật Bản).

Trong sơ đồ hình 2, không khí sau khi được hút từ môi trường xung quanh qua phin lọc khí, đi vào các xi lanh cấp một, bố trí đối xứng qua trục khuỷu, sau đó được nén và đẩy vào bộ làm mát cấp một, rồi qua bộ tách lỏng đi vào xi lanh cấp hai có khoang nén trên đỉnh piston, được tăng áp suất và đẩy vào bộ làm mát cấp hai, sau khi tách dầu và nước tiếp tục được tăng áp suất đến áp suất bình chứa trong khoang nén cấp ba ở dưới váy piston cấp hai. Không khí nén sau khi qua cấp ba xấp xỉ khoảng 3.0Mpa, được đẩy đến bộ làm mát sau khi nén 'after cooler' đi qua bộ tách lỏng, qua van một chiều vào chai chứa khí. Các bộ làm mát trung gian không khí và làm mát dầu được thiết kế trong một thân, được làm mát bằng nước ngọt tuần hoàn.

Chúng ta có thể hoán cải công chất của bộ làm mát trung gian cho không khí bằng không khí làm cho tính tin cậy trong sử dụng của máy nén này tăng lên rất nhiều.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy nén khí piston ba cấp tàu thủy

b. Dùng máy nén 4 cấp như hình 3, khi đó thì tỷ số nén giữa hai cấp liên tiếp sẽ giảm nhiều theo công thức tính tỷ số nén

$$\varepsilon = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_3}{P_2} = \frac{P_{n+1}}{P_n} = \sqrt[n]{P_1 P_{n+1}} \quad (1.4)$$

Nếu theo phương án này thì ta bố trí hai xilanh piston bậc hút hai phía như hình 3. Không khí qua bầu lọc khí vào cấp 1 trên đỉnh piston xilanh thứ nhất, khí nén sau đó được đưa vào xilanh cấp 2 bố trí trên đỉnh của xilanh thứ hai qua bộ làm mát trung gian bằng không khí, không khí sau khi ra khỏi cấp 2 thì đi vào bộ làm mát không khí để vào cấp 3, được bố trí dưới váy piston xilanh thứ nhất, cấp 4 nằm dưới váy piston xilanh thứ hai, ra khỏi cấp 4, đạt áp suất xấp xỉ 30kG/cm², nạp vào chai chứa khí qua ống làm mát bằng không khí. Khi thực hiện quá trình nén trong 4 cấp để đạt tới áp suất khí 30kG/cm² thì tỷ số nén giữa hai cấp liên tiếp khi đó chỉ còn chưa đến 2,4, nếu chỉ số nén $n = 1,32$ và nhiệt độ môi trường máy nén hút khí là 37°C thì nhiệt độ khí nén sau khi ra khỏi cấp 1 cũng chỉ khoảng 70°C. Để đảm bảo nhiệt độ khí nén đầu vào các cấp sau trong giới hạn không làm tăng nhiệt độ cuối quá trình nén, chúng ta sử dụng các bộ làm mát khí trung gian là các ống có cánh tản nhiệt như hình 3. Với hai phương án thiết kế này chúng ta có thể dễ dàng thực hiện nén khí với máy nén có kết cấu xilanh đúc cánh tản nhiệt với làm mát bằng không khí.



Hình 3. Máy nén khí piston 4 cấp piston bậc làm mát bằng không khí

3. Kết luận

Bài viết đã đưa ra các phương án thiết kế máy nén có thể làm mát với không khí. Rất thuận tiện trong lắp đặt và bố trí máy nén, vì với làm mát bằng nước thì việc phụ thuộc vào nguồn nước vừa dẫn đến kết cấu phức tạp sơ mi xilanh – block máy nén vừa giảm độ tin cậy.

Tài liệu tham khảo

- [1] V. M. Cherkassky – *Pumps, fans and compressor* – Mir Publisher – Moscow 1980
- [2] Nguyễn Ngọc Hoàng – *Vận hành máy phụ tàu thủy* – Nhà xuất bản Hàng Hải - 2015
- [3] Phạm Hữu Tân – *Máy phụ tàu thủy tập I* – Nhà xuất bản giao thông vận tải – Hà nội 2012
- [4] Phạm Hữu Tân – *Máy phụ tàu thủy tập II* – Nhà xuất bản giao thông vận tải – Hà nội 2012
- [5] Nguyễn Mạnh Thường “*Nhiệt động kỹ thuật và truyền nhiệt*” Nhà xuất bản Hàng Hải, 2014

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ BÔI TRƠN CỦA NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY CHỨA HÀM LƯỢNG LƯU HUỖNH THẤP

METHODS FOR ASSESSING LUBRICITY OF MARINE LOW SULPHUR FUELS

TS. Lưu Quang Hiệu

Bộ Môn Tự động thủy khí, Khoa Máy tàu biển

Tóm tắt

Bài báo chỉ ra xu hướng sử dụng trên tàu thủy nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh ngày càng thấp góp phần bảo vệ môi trường. Thấy rằng tuổi thọ thiết bị hệ thống nhiên liệu động cơ diesel giảm đáng kể khi dùng nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp. Thực hiện đánh giá số liệu thực tế cho thấy, để đáp ứng yêu cầu của Công ước quốc tế MARPOL 73/78 trong thời gian này bắt buộc sử dụng nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp. Để đánh giá độ bôi trơn của nhiên liệu có thể thực hiện trên thiết bị Bốn bi cầu. Kết quả nghiên cứu cho thấy độ bôi trơn của nhiên liệu khi đo trên thiết bị Bốn bi cầu hoàn toàn tương đồng với khi đo bằng thiết bị chuyển động khứ hồi cao tần HFRR.

Từ khóa: nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp, độ bôi trơn, bốn bi cầu, khứ hồi cao tần, đường kính mài mòn.

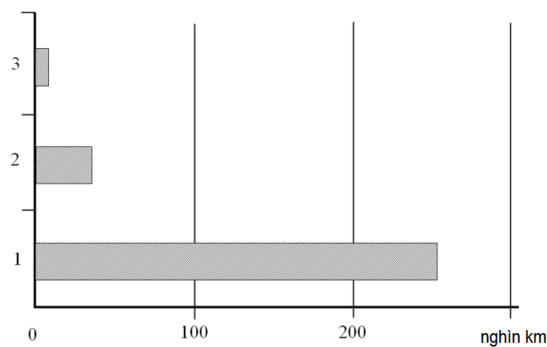
Abstract

The paper shows that the main trend for used in ship power plants fuels in accordance with the requirements of the Convention, is to decrease the sulfur content of bunker fuel, in order to improve their environmental performance. It has been established that the use of fuels with low sulfur reduces fuel's equipment resource indices. On the basis executed analysis, it was found that to meet the requirements of MARPOL 73/78, in the areas of emission control it should use distillate fuels with low sulfur content and low viscosity. For the purpose of assessing their anti-wear properties is applicable to use four-ball machine. The results of the study show that the lubricity of engine fuel when measured on the four-ball machine is quite similar to that of the HFRR.

Keywords: marine distillate fuels, lubricity, four-ball machine, HFRR, diameter spot wear.

Theo quy định của phụ lục VI thuộc Công ước quốc tế MARPOL 73/78 về ngăn ngừa ô nhiễm do tàu gây ra, từ ngày 01 tháng 01 năm 2015, yêu cầu về hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu sử dụng cho tàu hoạt động trong khu vực kiểm soát phát thải (SO_x Emission Control Area – SECA) đã chính thức có hiệu lực. Việc tuân thủ quy định mới về hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu sử dụng cho tàu biển, buộc chủ tàu phải lựa chọn sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh dưới 0,1 %, sử dụng nhiên liệu thay thế như khí tự nhiên hóa lỏng hay hệ thống xử lý khí thải đảm bảo giảm phát thải một cách có hiệu quả tương đương được thành viên tham gia Phụ lục VI của Công ước MARPOL phê chuẩn.

Sử dụng nhiên liệu khí tự nhiên hóa lỏng hay sử dụng nhiên liệu truyền thống chứa hàm lượng lưu huỳnh cao kết hợp với hệ thống xử lý khí thải cũng có thể áp dụng để bảo đảm hàm lượng phát thải khí độc hại nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên hiện nay, còn nhiều khó khăn về công nghệ, cơ sở hạ tầng, huấn luyện đội ngũ thuyền viên... vì thế trong thời gian này các tàu hoạt động trong SECA buộc phải chuyển sang sử dụng nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh dưới 0,1 %.



Hình 1. Ảnh hưởng của hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu đến tuổi thọ bơm cao áp
1 – hàm lượng lưu huỳnh 0.2 %; 2 – hàm lượng lưu huỳnh 0.005 %; 3 – hàm lượng lưu huỳnh 0.001 %

Nhiên liệu đóng vai trò là chất bôi trơn cho các chi tiết chuyển động của hệ thống nhiên liệu như vòi phun, cặp piston plunger. Mức độ mài mòn thiết bị hệ thống nhiên liệu ảnh hưởng trực tiếp đến độ tin cậy khi làm việc của động cơ tàu thủy. Kết quả một số nghiên cứu và thực tế sử dụng nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp trên động cơ cho thấy cường độ mài mòn tăng đáng kể. Giảm hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu đã làm giảm khả năng bôi trơn [1, 2, 6]. Mức độ mài mòn lớn làm tăng nhanh chóng khe hở ở vòi phun và bơm cao áp, từ đó ảnh hưởng tới chất lượng phun nhiên liệu vào trong buồng đốt động cơ, giảm công suất và hiệu suất động cơ.

Tuy nhiên, khi sử dụng nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp cho động cơ diesel thủy, tác động tiêu cực đến tuổi thọ của thiết bị hệ thống nhiên liệu còn có thể do các yếu tố khác như: độ nhớt thấp, thành phần chugng cấ, tỉ trọng...

Theo tiêu chuẩn đối với nhiên liệu tàu thủy ISO 8217 giới hạn thấp nhất về độ nhớt của nhiên liệu chung cấ có thể đạt 1.4 sSt. Trong quá trình khai thác hệ động lực, nhiệt độ trong buồng máy có thể vượt quá 50 °C, đặc biệt khi tàu hoạt động tại các vùng biển nhiệt đới thì nhiệt độ có thể còn cao hơn [3]. Chính vì thế trong khuyến cáo của hãng Man Diesel & Turbo có nêu cần đặc biệt chú ý khi độ nhớt nhiên liệu dưới 2 sSt và yêu cầu chủ tàu có các biện pháp điều chỉnh độ nhớt của nhiên liệu không nhỏ hơn giới hạn này.

Vì thế việc đánh giá độ bôi trơn của nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp trước khi sử dụng cho động cơ diesel tàu thủy thực sự cần thiết. Bài báo giới thiệu các phương pháp đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố khác nhau đến khả năng bôi trơn của nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp.



Hình 2 - Sơ đồ thiết bị HFRR

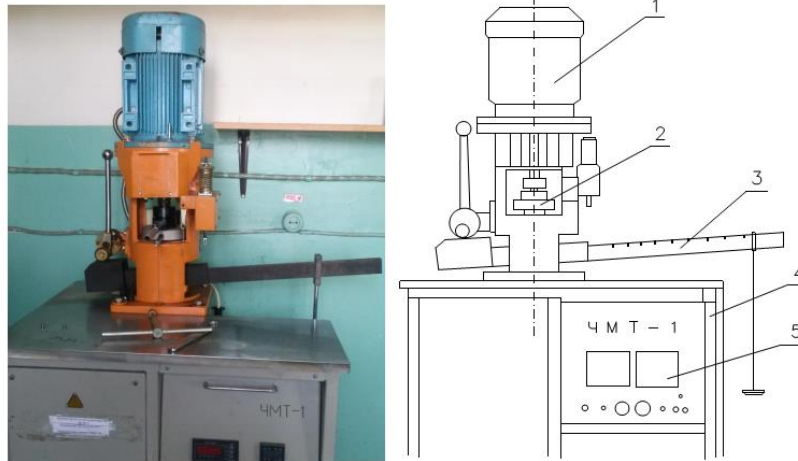
Hiện nay trên thế giới có nhiều phương pháp thử nghiệm khả năng bôi trơn của nhiên liệu được áp dụng. Phương pháp phổ biến nhất là đánh giá độ bôi trơn bằng thiết bị chuyển động khứ hồi cao tần (High Frequency Reciprocating Rig – HFRR) (hình 2) [4, 5]. Tại Việt Nam phương pháp đánh giá này xác định theo tiêu chuẩn TCVN 12016:2017 được xây dựng trên cơ sở hoàn toàn tương đương với ASTM D 7688 - 11. Trong phương pháp này độ bôi trơn của một chất lỏng được đánh giá theo vết bị mài mòn, tính bằng micromet, sinh ra khi một viên bi dao động tiếp xúc với một đĩa tĩnh ngâm trong chất lỏng, quá trình diễn ra trong các điều kiện xác định và được kiểm soát (bảng 1).

Bảng 1. Điều kiện thử nghiệm đo độ bôi trơn bằng HFRR

Thể tích chất lỏng	2 ml ± 0.20 ml
Độ dài va đập	1 mm ± 0.02 mm
Tần số	50 Hz ± 1 Hz
Nhiệt độ của chất lỏng	60 °C ± 2 °C
Độ ẩm tương đối	Từ 30 % đến 85 %
Tải trọng sử dụng	200 g ± 1.0 g
Thời gian thử nghiệm	75 min ± 0.1 min
Diện tích bề mặt bể	6 cm ² ± 1 cm ²

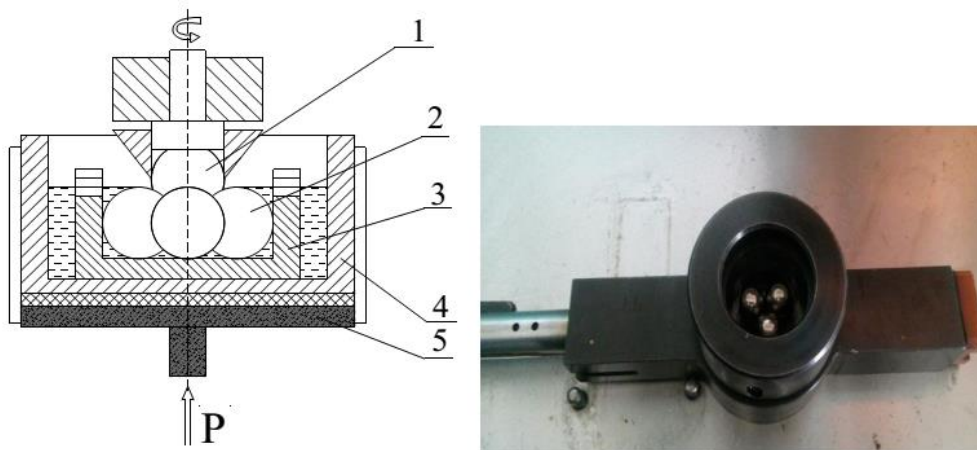
Viên bi thép giữ không quay trên cần rung, chịu tải trọng 200 g cho đến khi viên bi tiếp xúc với đĩa thử và ngập hoàn toàn trong nhiên liệu thử. Viên bi va trượt trên đĩa với khoảng cách 1 mm, tần số 50 Hz trong vòng 75 phút.

Tuy nhiên giá thành của thiết bị đo theo phương pháp HFRR rất cao, ít phòng thí nghiệm nhiên liệu tại Việt Nam và Liên bang Nga được trang bị. Phòng thí nghiệm về nhiên liệu của Trường Đại học Hàng hải G.I. Nevelsky được trang bị máy đo độ bôi trơn Bốn bi cầu (4MT) – quy trình thử nghiệm giới thiệu trong GOST 9490-75 (hình 3).



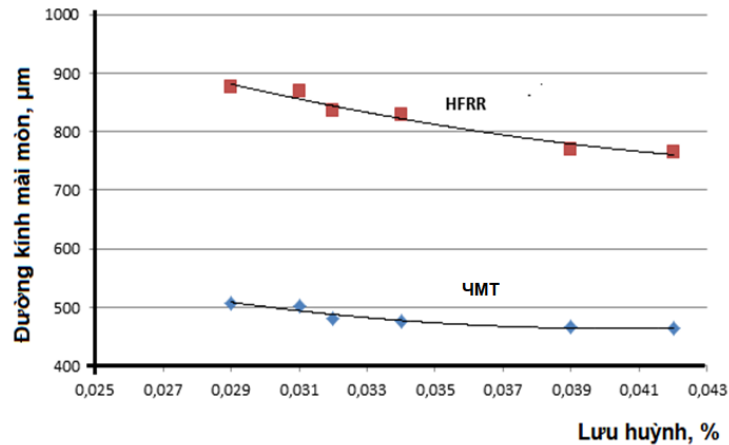
Hình 3. Sơ đồ thiết bị đo độ bôi trơn 4MT
1 – Động cơ điện; 2 – điểm ma sát; 3 – thang lực; 4 – thân máy; 5 – bảng điều khiển

Điểm ma sát trong máy đo 4MT là phần tiếp xúc của 4 bi cầu bằng thép ШХ-15 theo GOST 801-78 có đường kính $12,70 \pm 0,01$ mm. Ba bi cầu phía dưới được cố định trong một khay thử chứa ngập nhiên liệu cần kiểm tra. Bi cầu phía trên gắn cố định trên trục của thiết bị, quay và ma sát trực tiếp với ba bi cầu còn lại dưới tác dụng của lực ép xác định.



Hình 4. Sơ đồ bố trí bi cầu
1 – bi cầu phía trên; 2 – ba bi cầu dưới; 3 – vòng định vị; 4 – khay nhiên liệu; 5 – thiết bị gia nhiệt

Đường kính mài mòn của dầu nhẹ thường được xác định với giá trị lực ép lên bi cầu nhỏ. Trong các nghiên cứu [73,113] khi xác định độ bôi trơn lực ép được lựa chọn trong khoảng 100–150 H. Các đánh giá về kết quả thực nghiệm cho thấy tăng lực ép lên các bi cầu có thể khiến sai số tăng đáng kể. Vì thế trong các thí nghiệm sau này lực ép lên bi cầu được lựa chọn là 147 H. Đối với máy đo 4MT, thời gian thử nghiệm trong 60 phút, nhiệt độ môi trường 20 ± 5 °C, tần số quay của bi cầu phía trên 1460 ± 70 vòng/phút. Độ bôi trơn xác định bằng đường kính mài mòn trung bình của ba bi cầu phía dưới. Các đường kính này đo bằng kính hiển vi AF3.852.046 có độ phóng đại 50 lần, chính xác tới $0,02 \mu\text{m}$.



Hình 5. Độ bôi trơn của các mẫu nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh khác nhau

Kết quả nghiên cứu độ bôi trơn của nhiên liệu chứa hàm lượng lưu huỳnh khác nhau thể hiện trên hình 5, độ bôi trơn được đánh giá thông qua giá trị trung bình đường kính mài mòn của bi cầu. Thấy rằng khi giảm hàm lượng lưu huỳnh độ bôi trơn của nhiên liệu giảm. Thí nghiệm trên thiết bị HFRR và Bốn bi cầu đều cho thấy xu hướng này, giá trị đường kính mài mòn tương đồng ở cả hai thiết bị đo. Như vậy, thiết bị đo 4 bi cầu hoàn toàn có thể sử dụng để đánh giá độ bôi trơn của nhiên liệu. Nếu như độ bôi trơn của nhiên liệu được khuyến cáo cần nhỏ hơn 460 μm khi thực hiện trên thiết bị HFRR thì đối với máy Bốn bi cầu đường kính mài mòn sẽ nhỏ hơn 780 μm.

Tài liệu tham khảo

[1] *Митусова, Т.Н.* Полина Е. В., Калинина М. В. Исследование противоизносных свойств дизельных топлив. Нефтепереработка и нефтехимия: НТИС. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1998. № 2. С. 20-22.
 [2] *Надежкин А. В., Лыу Куанг Хуеу.* Анализ влияния низкосернистых топлив на надёжность работы топливной аппаратуры судовых дизелей. Вестник морского государственного университета. Сер. Судостроение и судоремонт. Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2014. Вып. 64/2014.
 [3] Operation on low-sulphur fuel two-stroke engines. MAN B&W Diesel A/S. Copenhagen, Denmark. 2005. P. 14.
 [4] Peter Y. Hsieh, Thomas J. Bruno. A perspective on the origin of lubricity in petroleum distillate motor fuels. <URL: https://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=916044>.
 [5] G. Knothe, Evaluation of ball and disc wear scar data in the HFRR lubricity test, Lubrication Science 20 (2008) 35–45.
 [6] *Крылов И.Ф., Емельянов В.Е., Никитина Е.А., Вижгородский Б.Н., Рудяк К.Б.* Малосернистые дизельные топлива: плюсы и минусы. Химия и технология топлив и масел. 2005. №6, С. 3-6.

**ĐỘNG CƠ UEC ECO
 MITSUBISHI UEC ECO - ENGINE**

ThS. Trần Văn Thắng

Bộ môn Tự động Thủy khí – Khoa Máy tàu biển – Trường Đại học Hàng hải

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu tổng quát về thể hệ động cơ UEC Eco của hãng MITSUBISHI.

Abstract

This article introduces about Mitsubishi UEC Eco Engine.

1. Đặt vấn đề

Ngày nay, phần lớn động cơ chính tàu thủy có xu hướng trang bị cơ cấu điều khiển bằng điện – điện tử để thay thế cơ cấu điều khiển bằng cơ khí. Ưu điểm của cơ cấu điều khiển này đó chính là đáp ứng điều khiển nhanh, ngoài ra các hệ thống tích hợp theo nó để phù hợp với tiêu chuẩn phát xạ khí thải No_x trong tương lai cũng dễ dàng hơn. Trên cơ sở đó, nhà sản xuất động

cơ Mitsubishi cũng nghiên cứu và giới thiệu cho chúng ta dòng động cơ Mitsubishi UEC Eco đã và đang trang bị trên các tàu thủy.

2. Đặc điểm và cấu tạo của động cơ Mitsubishi UEC Eco

Động cơ Mitsubishi UEC Eco là tên chung của dòng động cơ có điều khiển điện tử trong dòng UEC, và có những tính năng khác sau đây khi so sánh với loại động cơ điều khiển bằng cam thông thường.

Trong tiếng anh thuật ngữ “Eco” được hiểu như sau:

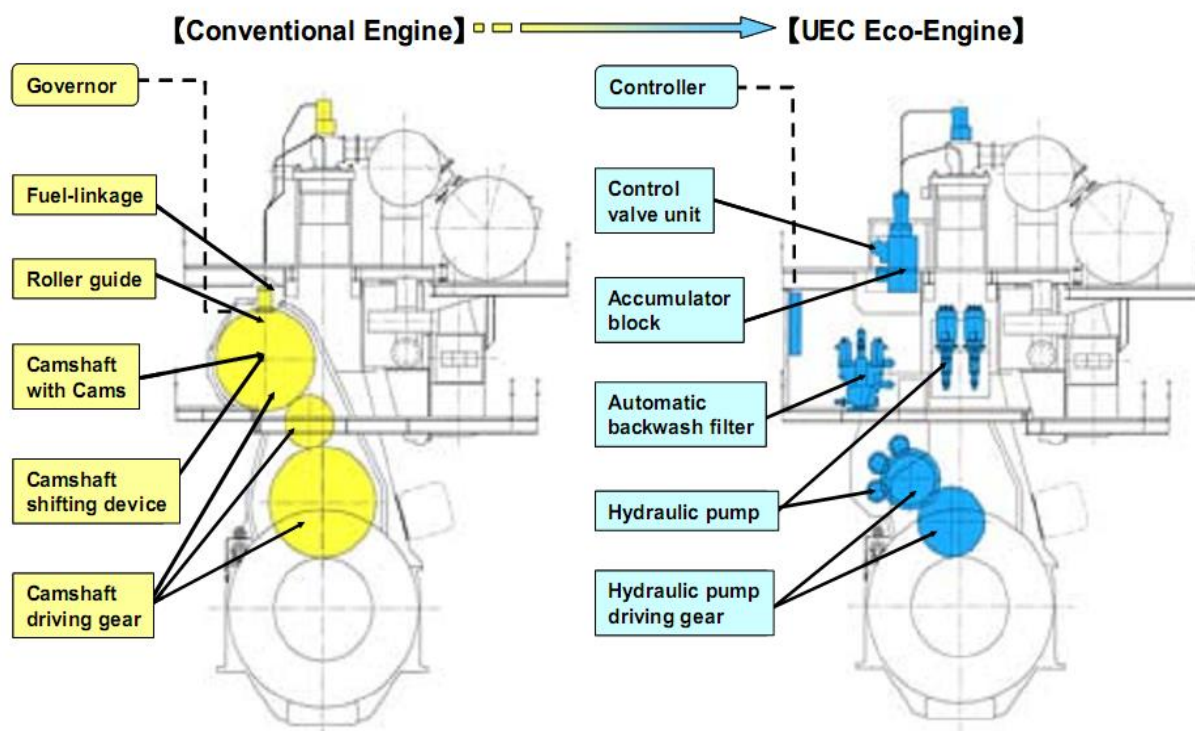
Ecology: Thân thiện với môi trường. Đối với dòng động cơ này sự phát xạ của Nox và các chất thải trong khí xả động cơ thấp

Economy: Kinh tế. Lượng tiêu thụ nhiên liệu và dầu xy lanh thấp. Giá thành bảo dưỡng động cơ thấp do tuổi thọ trang thiết bị lâu

Easy to control: Dễ khai thác. Động cơ hoạt động ổn định khi tải thấp và ma nơ điều động

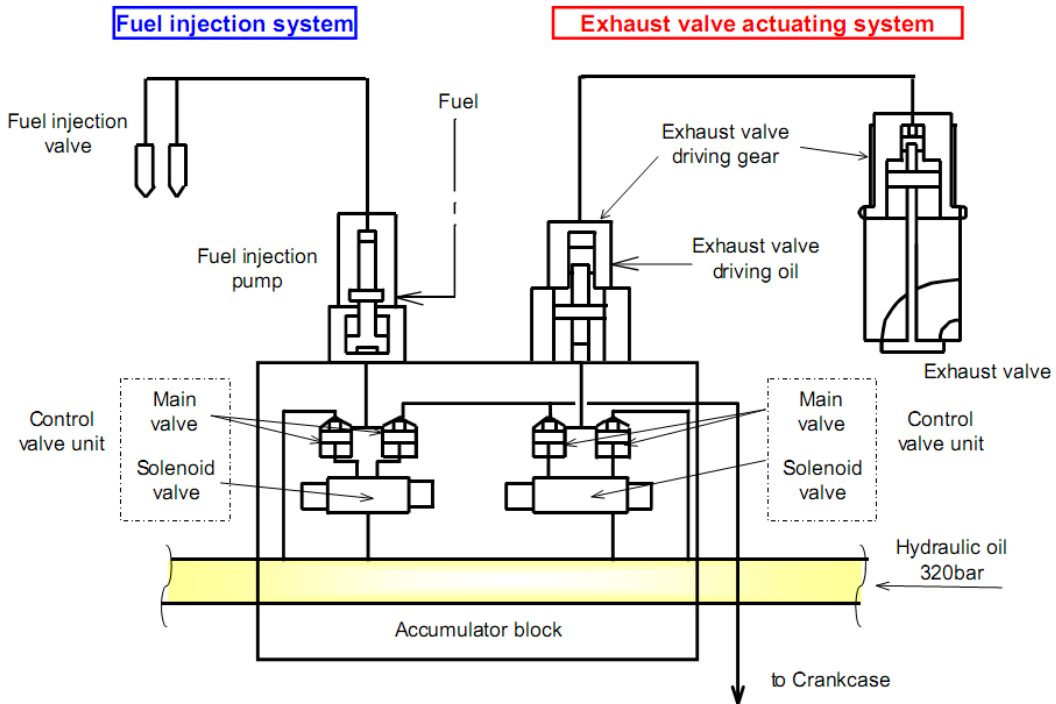
Excellent condition: tuyệt vời. Hoạt động với độ tin cậy cao khi được trang bị nhiều thiết bị bảo động và bảo vệ có công nghệ tiên tiến.

Cấu trúc cơ bản của động cơ được nhìn thấy trong Hình 1, nơi nó được so sánh với một động cơ thông thường. Bằng điều khiển điện – điện tử, cấu trúc động cơ được đơn giản hóa rất nhiều bằng cách loại bỏ các bộ phận cơ khí lớn thông thường như hệ thống cam nhiên liệu và cam điều khiển xả, trục cam và các bánh răng lái. Thay vào đó nó được trang bị một hệ thống thủy lực được điều khiển bằng điện – điện tử. Theo đó, việc bảo trì các thành phần cơ khí này cũng bị loại bỏ và việc khai thác và vận hành các hệ thống này cũng đơn giản hơn.

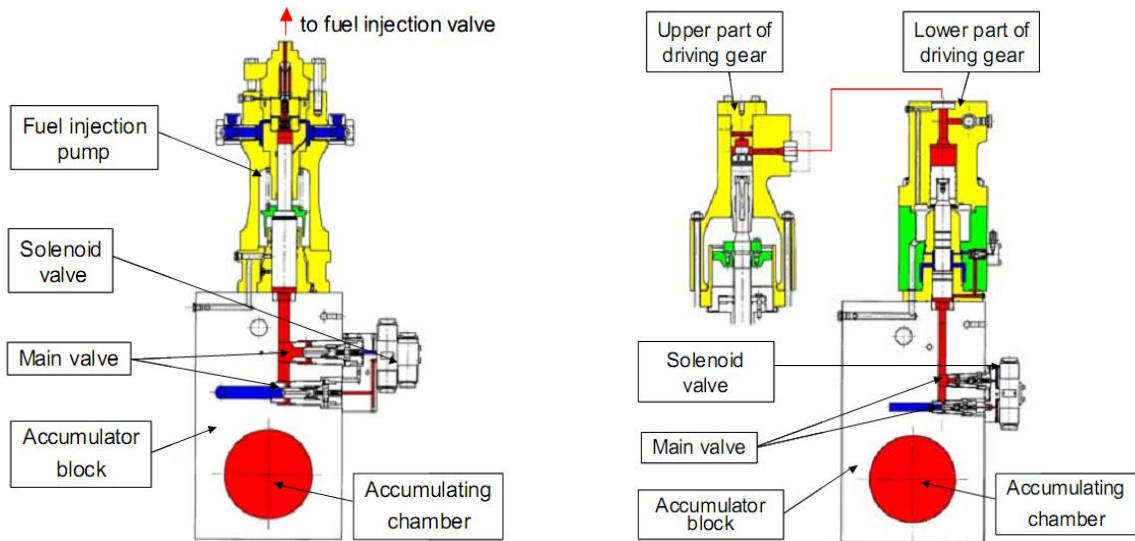


Hình 1. Cấu trúc cơ bản của động cơ UEC Eco

Trong hình 2 chúng ta có thể hiểu cơ bản về các phần tử điều khiển hệ thống nhiên liệu và đóng mở xupap xả. Trong hệ thống chúng ta thấy trước các van điện tử luôn được cấp dầu thủy lực với áp suất cao (320 bar). Để điều khiển lượng nhiên liệu cấp cho động cơ cũng như việc đóng mở xupap xả người ta dùng tín hiệu điện để điều khiển các van điện tử.

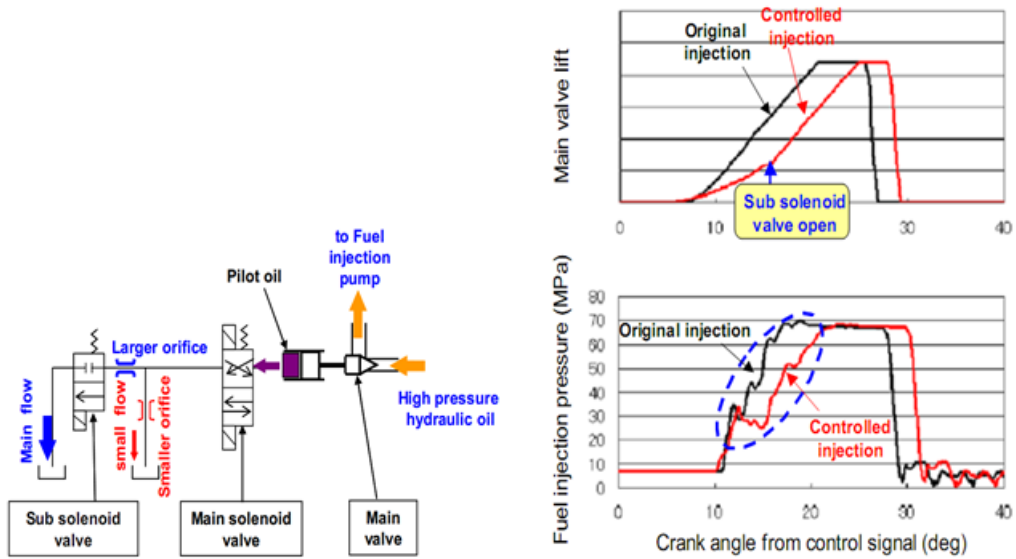


Hình 2. Các phần tử điều khiển trong hệ thống nhiên liệu và đóng mở xupap xả

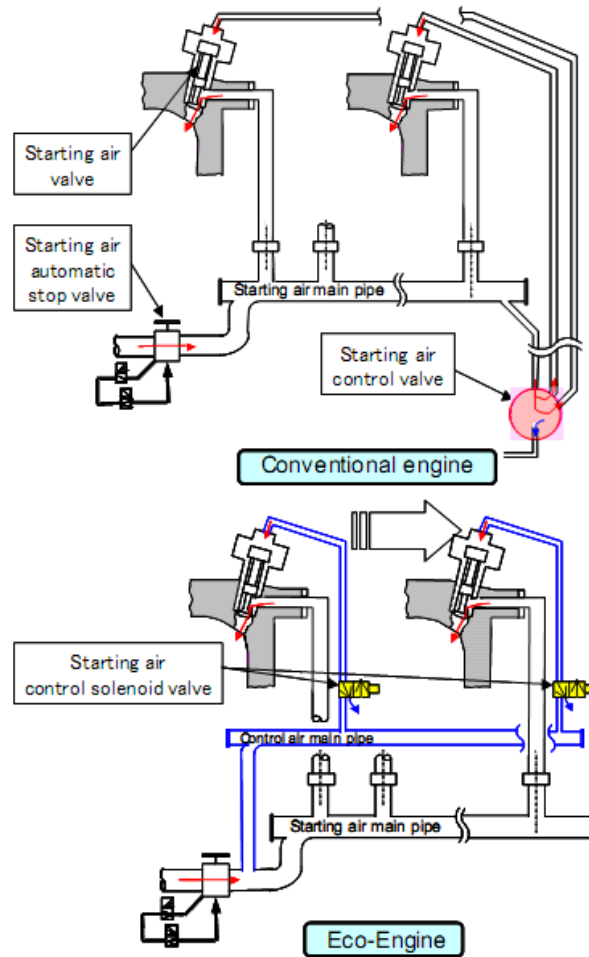


Hình 3. Hệ thống nhiên liệu và đóng mở xupap

Trong hệ thống nhiên liệu (hình 3), cấu tạo của bơm cao áp cũng giống như các bơm cao áp trang bị trên các thể hệ động cơ trước đó nhưng đơn giản hơn nhiều. Chính điều này giúp thuyền viên không gặp khó khăn trong quá trình bảo dưỡng. Trong hệ thống nhiên liệu này được trang bị hai van điện từ có chức năng điều khiển lượng phát xạ khí thải của động cơ khi tải thay đổi. Cơ cấu thay đổi lượng nhiên liệu phun vào động cơ được thể hiện trên hình 4. Việc thay đổi lượng nhiên liệu cấp cho động cơ theo hai dạng đó là thay đổi độ mở của van chính và thay đổi áp suất nhiên liệu phun.

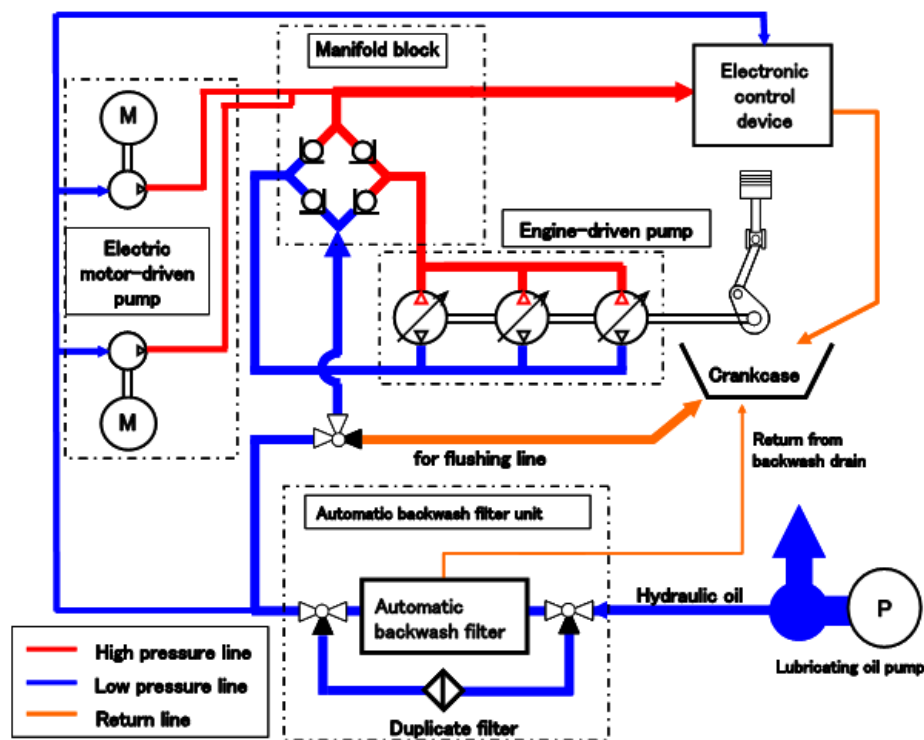


Hình 4. Cơ cấu điều khiển lượng nhiên liệu phun vào động cơ



Hình 5. Hệ thống khởi động

Trong hệ thống khởi động của động cơ “Eco”(hình 5), van phân phối khí nén hoàn toàn được thay thế bởi các van điện từ. Do đó cấu tạo của hệ thống cũng đơn giản hơn nhiều so với động cơ thế hệ trước đó.



Hình 6 Hệ thống thủy lực

3. Kết luận

Động cơ UEC Eco hiện nay đã và đang lắp đặt và khai thác phổ biến dưới tàu thủy và đã đem lại nhiều lợi ích to lớn cho chủ tàu. Trong quá trình khai thác, người ta có thể tổng hợp một số ưu điểm của nó như sau:

Thân thiện với môi trường do nồng độ phát xạ NO_x và muội thấp;

Lượng tiêu hao nhiên liệu thấp hơn so với các động cơ thể hệ trước khi khai thác ở chế độ tải tương đương;

Thời gian bảo dưỡng các thiết bị kéo dài và động cơ khai thác ổn định ở bất kỳ chế độ tải.

Tài liệu tham khảo

- [1] Masahide SUGIHARA, Koji EDO and Takuma TANIDA, "Environmental Friendly Two-stroke Marine Diesel Engine, MITSUBISHI UEC Eco-Engine"
- [2] <http://mhi-mme-tech-data-ue.cloudapp.net>, "UEC50LSE-Eco-B1: Technical Data for IMO NO_x Tier III"
- [3] UEC Eco – engine training

NHỮNG GIẢI PHÁP NGĂN NGỪA SỰ MÀI MÒN NHÓM PISTON-XYLANH CỦA MÁY CHÍNH TÀU THỦY KHI SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU LỬU HUYNH THẤP SOME SOLUTIONS TO PREVENT THE PISTON-CYLINDER CORROSION OF MAIN DIESEL ENGINE USING LOW SULPHUR CONTENT FUEL OIL

TRAN TIEN ANH

Division of Fundamental Marine Engineering, Faculty of Marine Engineering

Email: anh.ttb@vmaru.edu.vn

Tóm tắt:

Tổ chức Hàng hải thế giới (IMO) đưa ra quy định hoạt động, khai thác tàu biển cho thuyền viên, chủ tàu, công ty vận tải biển nhằm mục đích đảm bảo an toàn tính mạng thuyền viên trên tàu, khai thác hiệu quả các trang thiết bị trên tàu, và bảo vệ môi trường biển. MARPOL 73/78, công ước quốc tế được IMO quy định trong 6 phụ lục của bộ luật. Đặc biệt, quy định

của MARPOL 73/78 đối với các tàu khi chạy trên vùng biển đặc biệt (SECA) với hàm lượng lưu huỳnh thấp có trong nhiên liệu khi sử dụng trên tàu biển. Sau năm 2020, tất cả các tàu khai thác trên vùng biển quốc tế phải sử dụng nhiên liệu theo quy định với hàm lượng lưu huỳnh thấp 0.50% về khối lượng. Vấn đề này là quyết định rất tích cực đối với việc bảo vệ môi trường, tuy nhiên đối với việc khai thác động cơ chính hiện nay nó sẽ làm tăng sự mài mòn nhóm piston-xylanh của máy chính tàu thủy hiện nay. Do vậy, tác giả tiến hành làm rõ các quy định trong phụ lục của MARPOL 73/78 và đề cử một số giải pháp nhằm giảm thiểu sự mài mòn nhóm piston-xylanh. Kết quả bài báo sẽ là tài liệu tham khảo cho sỹ quan, thuyền viên, và chủ tàu trong quá trình khai thác máy chính tàu thủy hiện nay.

Từ khóa: Động cơ diesel tàu thủy, Tổ chức hàng hải thế giới, Công ước bảo vệ môi trường biển, Nhiên liệu lưu huỳnh thấp, Vùng biển đặc biệt.

Abstract:

International Maritime Organization (IMO) has been adopted the regulations on ships operational activities for seafarers, ship-owners, and shipping transportation companies. These regulations has been revealed in order to effectively operate and protect the sea environment. MARPOL 73/78 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) has revealed six appendixes. Especially, the regulation on ships sailling Sulphur Emission Control Area (SECA) with low sulphur content into the used fuel oil. After 2020, all ships operate on the international ocean have to use the low sulphur content fuel oil with 0.50% m/m. This issue has been given out that is a positive view to protect the sea environment. However, the corrosion of piston-cylinder will increase for operating the main diesel engine on vessels. So, the author has been conducting on doing research the regulations of MARPOL 73/78 and recommending some methods in aim with decreasing the corrosion of piston-cylinder. The results will be a reference document for officers, crews, and ship-owners during ships operating process.

Keywords: Marine Diesel Engine, International Maritime Organization, MARPOL 73/78, Low Sulphur Fuel Oil, Emission Control Areas.

1. Introduction

Marine engines are generally compression ignited two and four stroke diesel engines. From the point of view of environmental and economical, the Specific Fuel Oil Consumption (SFOC, measures unit in gram fuel oil per kWh) of the engine is one of the important factors that contributes to the energy efficiency of ships. On the other hand, the other important factors are the emissions of other species such as NO_x, SO_x and PM (Particulate Matter). Some factors depend on fuel oil quality and some on the combustion process in the combustion chamber of the engines.

The sulphur content in the heavy fuel oil determines the content of SO_x in the exhaust gas from the diesel engine combustion process. In the combustion chamber, the sulphur present in the heavy fuel oil is being oxidized into the primarily SO₂. A much smaller portion, some 3-5% is further oxidized into SO₃. Together SO₂ and SO₃ are called SO_x. The cylinder lubrication oil contains substances that serve to neutralize the sulphur and thus prevent damage from sulphuric acid in the engine. Only a very small portion of the SO_x is thus neutralized into calcium sulphate and is considered insignificant.

Exhaust gas emissions are often directly related to the impurities contained in fuels that are being used. High level of sulphur oxides SO_x and nitrogen oxides NO_x in the emissions of exhaust gas is an inevitable result of using heavy fuel oil – HFO. Maximum emissions of these oxides are regulated by IMO (International Maritime Organization). Requirements for reducing SO_x emissions in certain areas of navigation have resulted in using low-sulphur fuel oils in diesel engine operation. Using HFO with high sulphur contents has become unacceptable after adopting the regulations brought by Annex VI of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78), designating some seas as particularly sensitive areas (Emission Control Areas – ECAs), and after introducing the monitoring of emissions from ships in ECAs. Maximum allowed sulphur content in fuel in European ECAs amounts to 0.10% for ships in ports and all inland waterways across the European Union.

Following the new requirements relate to sulphur content emissions that forced into all ships when sailing in emission control areas (ECAs) on January 2015, namely that ships trading have to

use the heavy fuel with a low sulphur content of no more than 0.10%, do not, strictly speaking, alter the regulatory environment.

However, when using low sulphur content fuel oil will cause some troubles for technical engine condition.

At the request of California Air Resources Board, following a series of problems that occurred on ship due to fuel switching after the introduction of regulations on using low sulphur fuel oils within 24 miles of the California coastline, a research was conducted from 2009 to 2010, according to the research findings indicated that fuel switching causes:

- Loss of propulsion and operation instability as the engine reduces speed to come to dead slow or slow astern, resulting in rpm (revolution per minute) fluctuations or stopping the engine, whereas the engine operation was stable at high rpm;

- Failures to start events, including difficulties in starting the engine or inability to start the engine due to low pressures in fuel systems, low viscosity of fuel, problems related to high-pressure fuel pump operation, fuel injection, leakage of oil in the fuel systems, leakage of sealing rings;

- Inability to reach maximum speed, inability to reserve the engine Ahead/Astern, most commonly due to pressure of fuel injection;

This article, based on the effects of using low sulphur fuel oil to engine operation, it is significant to give the method to restrict the negative forces to the engine technique condition when operation.

2. Literature Review

2.1. Emission Control Areas

The International Maritime Organization (IMO) member states acknowledged the low quality of heavy fuel oil in the field of connection with the high sulphur content of fuel on boards. Since the low quality of fuel oil will bring to producing exhaust gas fumes such as SO_x that leads to acid rain phenomenon. So, it is main reason that the most straightway form of reducing acid rain effects is to life creatures due to change-over high sulphur content fuel oil to low sulphur content fuel oil at present.

Marpol 73/78, Annex VI entered into force on 19 May 2005. Regulations 14 and 18 define the method of controlling Sulphur Oxide (SO_x) emissions on a global basis and in defined protected areas called Sulphur Emission Control Areas (SECAs or ECAs).

The aim of the legislation is to reduce SO_x emissions from ships to reduce the acidification of the atmosphere and the resulting acid rain. This is to be achieved by setting a limit on the sulphur content in marine fuels.

Marpol Annex VI, Regulation 14 requires the following:

- A limit on the sulphur content on any fuel used onboard ship, this must not exceed 4.5% m/m.

- The sulphur content on any fuel used onboard a ship operating in a SECA must not exceed 1.5% m/m.

- Alternatively, an exhaust gas cleaning system or other approved technological method of reducing total SO_x emissions from main and auxiliary engines and boilers to a maximum of 6.0g SO_x/kWh when operating in a SECA. Controls are also set on effluent discharges from such cleaning systems.

- Details of the change-over operation from high sulphur fuel to low sulphur fuel when entering a SECA are to be recorded in a log book and also when changing over to high sulphur fuel when leaving a SECA for an uncontrolled area. The procedure is to ensure that all fuels exceeding the 1.5% sulphur limit are flushed out of the fuel system prior to entering a SECA.

Marpol Annex VI, Regulation 18 establishes requirements for the quality, sampling and delivery of fuel oil and the keeping of bunker deliver note records.

On March 26, 2010, the International Maritime Organization (IMO) amended the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) designating specific portions of US, Canadian and French waters as an Emission Control Area (ECA). The proposal for ECA designation was introduced by the US and Canada, reflecting common interests, shared geography and interrelated economies. In July 2009, France joined as a co-proposer on behalf of its island territories of Saint-Pierre and Miquelon, which form an archipelago off the coast of Newfoundland. The North American ECA became enforceable in August 2012.

Californian regulations, originally introduced in 2009, require that ocean going vessels burn distillate fuel, either marine gas oil with a maximum 1.5% sulphur or marine diesel oil with a maximum 0.5% sulphur within 24 miles of the coast.

These areas were extended on July 15, 2011 to include coastal waters around Puerto Rico and the US Virgin Islands as an Emission Control Area (ECA). The US Caribbean ECA became enforceable in January 2014.

On the other hand, Annex VI regulations include caps on sulphur content of fuel oil when ships sail on ECAs with the SO_x emissions and indirectly, PM emissions. Special fuel quality provisions exist for SO_x Emission Control Areas (SO_x ECA or SECA). The sulphur limits and implementation dates are listed in Table 1 below and illustrated in Figure 1.

Table 1. Marpol Annex VI Fuel Sulphur limits

Date	Sulphur Limit in Fuel (% m/m)	
	SO _x ECA	Global
2000	1.5%	4.5%
2010.07	1.0%	
2012		0.1%
2015	0.5%	
2020 ^a		
a- Alternative date is 2025, to be decided by a review in 2018		

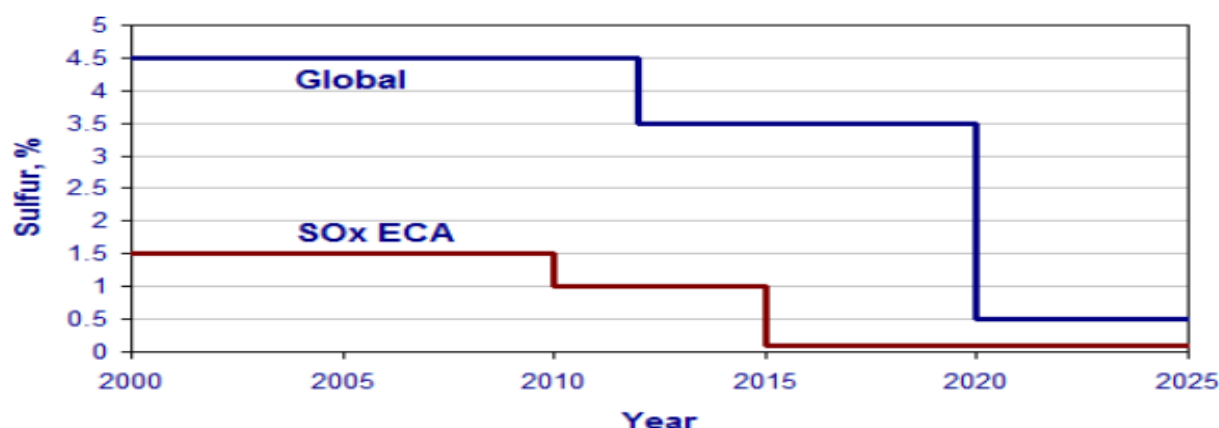


Figure 1. Marpol Annex VI Sulphur Content Limit

The Marine Environment Protection Committee, session 69th (MEPC 69) has been adopted on 18th-22th April, 2016 about the limit of low sulphur content fuel oil used for marine engines. MEPC 69 has added into some contents such as mandatory system for collecting ships' fuel consumption data, reduction of Greenhouse Gas (GHG) emissions from ships, establishment of effective dates for the Baltic Sea Special Area, implementation of the BWM (Ballast Water Management) Convention, energy efficiency of international shipping, etc [1]. On the other hand, the price of fuel oil concerns about ship operation cost especially using the low sulphur content fuel oil. Because, the price of low sulphur fuel oil is higher than other marine fuel oil (HFO, DO). Following that, after 2020 all ships have to use ultra low sulphur fuel oil so as to comply with new regulations of IMO. So, this research is very significant now for all ships. In addition, the decision about limit of a global sulphur cap of 0.50% m/m (mass/mass) in 2020 will be applied to all ships.

2.2. MARPOL 73/78, Annex VI (Regulation 14)

The following IMO's regulations about the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1974 as modified by the Protocol of 1978 (MARPOL 73/78) is one of the most important international marine environmental conventions. This convention was developed by the International Maritime Organization (IMO) with a lot of delegates from different nations where have the diversity of ships and nation's border lies on the sea.

SO_x and particular matter (PM) emission controls are applied to all fuel oil, combustion equipment and devices due to both of main engine and auxiliary engine together generate the harmful gas emission in where contain a lot of other elements not only above ones but also carbon dioxide, nitrogen oxide, etc.

Among the SO_x controls, the level of sulphur content must be controlled in fuel oil varies for designated emission control area (ECA). The existing controls are in Table 2 below:

Table 2. Controls on the concentration of sulphur content in fuel oil [2]

Effective date	Area other than designated emission control area	Designated emission control area
Before 1 July 2010	4.50%	1.50%
On and after 1 July 2010	↓	1.00%
On and after 1 January 2012	3.50%	↓
On and after 1 January 2015	↓	0.10%
On and after 1 January 2020*	0.50%	↓

*Note: The decision on whether to make 2020 or 2025 as the next control period will be taken in 2018.

Under the provisions of MARPOL 73/78, Annex VI, Regulation 14, the availability of fuel oil to meet the global 0.50% sulphur content in fuel oil used. It is determined by the Committee in 2018. Moreover, a Steering Committee (regionally represented by Member States) began reviewing of the availability of 0.50% sulphur fuel oil under terms of reference agreed at MEPC 68 with a report submitted to MEPC 70 held in October 2016 [2].

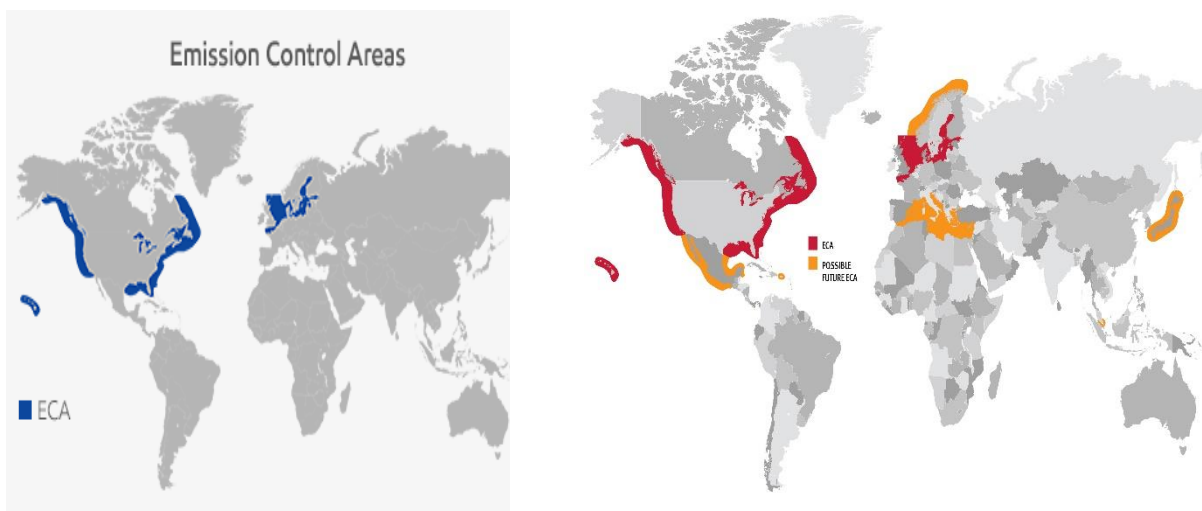


Figure 2. The Emission Control Area (ECA)

During the period of session time of MEPC 60 has been held from 22 March to 26 March 2010, a lot of views were given out by delegates, a proposal has been adopted to amend the MARPOL Convention by designating the areas within 200 nautical miles from the coasts of North America and Canada (excluding a part of the areas such as the West Coast of Alaska) as the North American Emission Control Area for controlling the emissions of NO_x, SO_x and PM (Particulate matter) from 1 August 2012 (See Figure 2).

Besides that, IMO (International Maritime Organization) also is given out the latest emission control regulations about the limit of SO_x content exhaust gas emission next time. Annex VI, MARPOL 73/78, Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships, has been applied since May 2005.

MARPOL 73/78 IMO & CARB Fuel-Sulphur Content Limits

Equivalent methods may be used as alternative

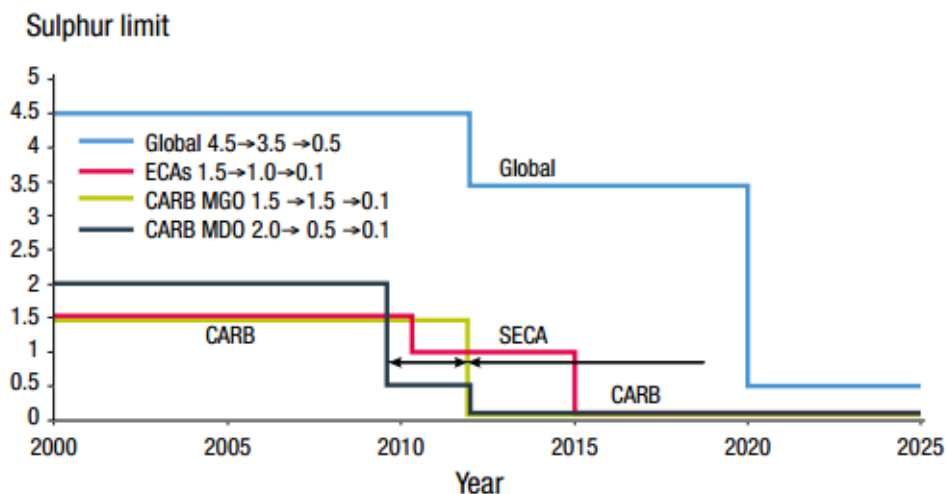


Figure 3. The diagram of sulphur content limit in ECAs [3]

The Emission Control Areas (ECAs) is the Baltic Sea, North Sea and English Channel, possibly Mediterranean in August 2012, 200 nautical mile zone at the US coast; Californian Air Resources Board (CARB), it is 24 nautical miles of the Californian baseline.

Thus, the sulphur oxides (SO_x) limit applies to all vessels in the category of ships with an engine power output of more than 130kW.

The general international limit on sulphur is reduced from 5% to 4.5% through the ISO 8217 fuel standard. International Maritime Organization has specified that in the future, this limitation will be imposed on SO_x as well as on other components in the exhaust gas.

Today, ECAs comprise the Baltic Sea, the English Channel and the North Sea, however, more areas will be added to these in the future.

California Air Resources Board (CARB) has introduced limits on the use of sulphur for distillates.

Ports in the European Union Area (European Union – EU) includes EU member states, Norway, the Faroe Islands and Iceland applied the regulations about using the low sulphur content in shipping transportation industries.

In addition, Ports in Turkey include Istanbul & Marmara, Aegean, Mediterranean and Black Sea Regions also admit the limit of sulphur content fuel oil in the Emission Control Areas (ECAs).

3. Low Sulphur Fuel Oil

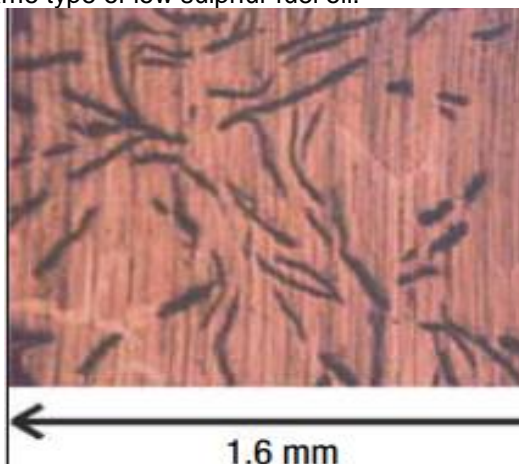
The sulphur content of marine fuel depends on the crude oil fuel and the refining process. In the combustion process of the engine, sulphur contains into the fuel, mixed with oxide after that converted into the sulphur oxides. These oxides are corrosive to engine piston liner and must be neutralized by the cylinder lubricant. If the correct lubricant is used, the sulphur content of marine fuels is technically not important, but sulphur oxides do have environmental implications. Fuel is the specification of ISO 8217:2010 that is not necessary for compliance with the regulations in force at the vessel's location. IMO sets the limitation regarding the sulphur content of any fuel oil used on board ships. However, the low sulphur content fuel oil may have a negative impact on different fuel properties depending on the fuel type. The table 3 below shows the relation between fuel properties and fuel types.

Table 3. Relation between the fuel properties and fuel types

Fuel properties	Fuel types
Low viscosity	MDO
Lubricity	MGO/MDO
Acidity	MGO/MDO/HFO
Flash point	HGO/MDO/HFO
Ignition and combustion quality	HFO
Increased catalytic fines	HFO

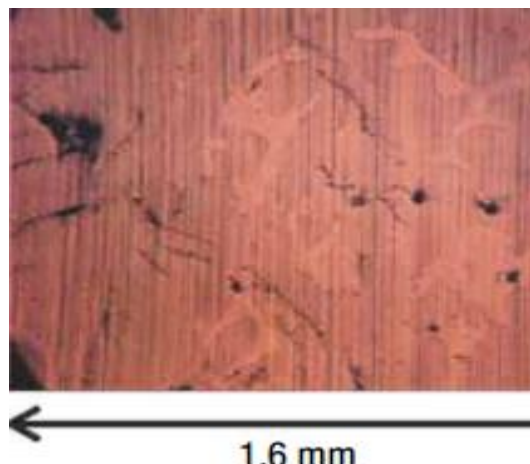
On the other hand, operation of the engine with an unmatched BN/ fuel sulphur content could increase the risk of either scuffing or excessive corrosive wear.

To make a comparison between using of the different BN lubrication oil for the cylinder line with the same type of low sulphur fuel oil.



'Open' graphite structure with good tribological abilities

Figure 5. Cylinder liner surface with BN40



'Closed' graphite structure with reduced tribological abilities

Figure 6. Cylinder liner surface with BN70

Like as Figure 5, Figure 6, it is used the different BN lubrication oil will make the changeable graphite structure on the cylinder liner surface. By using of BN40 lubrication oil will create the 'Open' graphite structure with good tribological abilities in contrast to using BN70 lubrication oil has the 'Closed' graphite structure with reduced tribological abilities.

It is essential for a good cylinder condition and performance that keeps an 'open' graphic structure on the cylinder liner surface so that a hydro-dynamic oil film is always kept between the piston-rings and cylinder walls at all times.

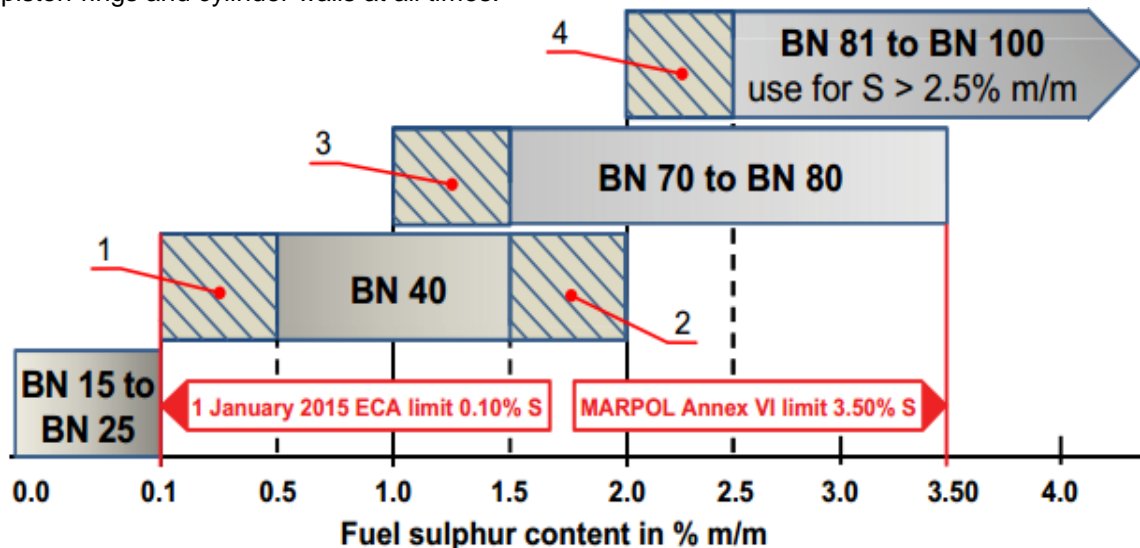


Figure 7. Different types of BN Lubrication Oil corresponding to the sulphur content fuel oil

Therefore, it runs on low sulphur fuel oil that is considered more complex due to the relationship between liner corrosion and scuffing resistance, dry lubrication properties from elements in the fuel (or lack of same), the interaction between the BN in the cylinder oil and the detergency level, possible sulphur of alkaline additives, the piston ring pack, etc.

The appropriate operation of diesel engine is very important especially when it operate at the low sulphur fuel oil. Due to the selection of the low BN cylinder liner lubrication oil is carried out carefully. In a result, to ensure the reliable operation of diesel engine, the article provides with the

type of BN cylinder liner lubrication oil corresponding to the diversity of sulphur content in heavy fuel oil when the ship sails at the different areas following MARPOL's Regulations.

Area 1: 0.1% < sulphur content < 0.5% m/m: Cylinder liner oil at feed rate to prevent the excess piston crown and top land deposits.

Area 2: 1.5% < sulphur content < 2.0% m/m: It is regulated to permit operation less than 48 hours only. Increase in cylinder liner oil feed rate if it is necessary for safe BN to prevent cylinder liner and piston ring corrosion. In the other case, check scrapeddown BN and check rings to ensure adequate alkalinity.

Area 3: 1% < sulphur content < 1.5% m/m: It is permitted for diesel engine operation less than 48 hours only. To provide the cylinder liner lubrication oil at feed rate to minimise piston crown and top land deposits.

Area 4: 2.0% < sulphur content < 2.5% m/m: It is injected to the cylinder liner lubrication oil at feed rate to prevent the excess of piston crown and top land deposits.

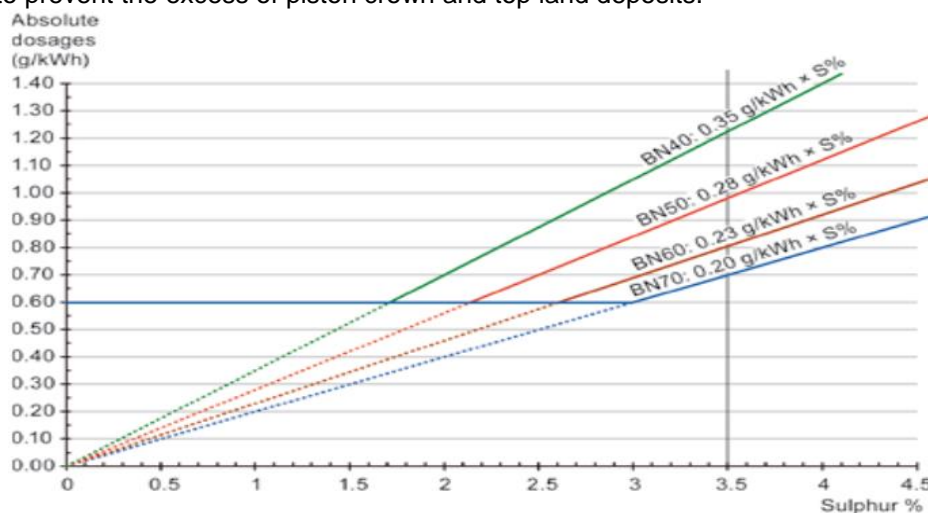


Figure 8. Use of BN40, BN50, BN60 and BN70 for cylinder liner lubrication oil

In Figure 7 and 8, it is recommended for using the BN40-BN70 for cylinder liner lubrication oil at feed rate of large bore. High top-land engines like as a function of the low sulphur content fuel oil selected.

4.2. To Equip the Cooler in the Fuel Oil System

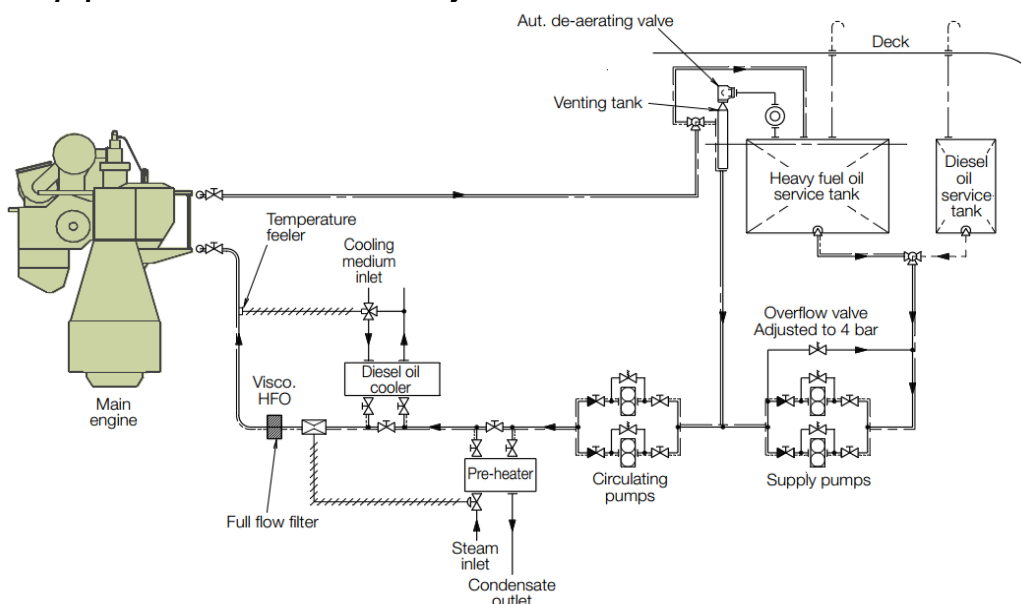


Figure 9. Fuel oil system with fuel oil cooler

The fuel oil viscosity is very important because it decides the ignition quality of fuel oil in diesel engine combustion chamber. Since the main engine must change-over to low sulphur fuel oil when the ship sails into the Emission Control Areas (ECAs) with low viscosity. So, the best method has solved this problem that equips the cooler in the fuel oil system.

It is necessary to instant cooler in the fuel oil system in order to maintain the required viscosity at the engine inlet fuel oil. (Figure 9)

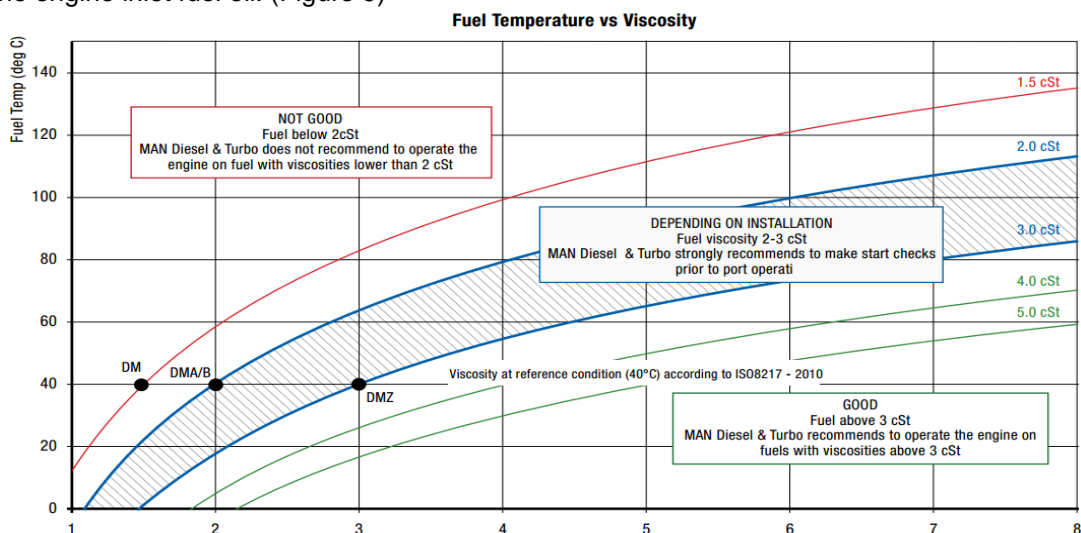


Figure 10. Fuel oil temperature and viscosity

On the other hand, the hydrodynamic characteristics of fuel oil is completely depend on the fuel oil temperature and fuel oil viscosity. The fuel oil system contains supporting equipment like as pumps (transfer pump, supply pump, booster pump, fuel oil pump, etc), filters, heaters and coolers. So it is necessary to concern about the fuel oil viscosity. In this article, it describes the depend between the fuel oil viscosity and temperature in Figure 10. It is useful to ensure the appropriate temperature of fuel oil flows in the system.

In where, the horizontal axis shows the fuel viscosity in cSt. Its value is taken in the bunker analysis report. In the case of temperature of the MGO (Marine Gas Oil) is below the lower blue curve at engine inlet, the viscosity must be above 3 cSt.

Furthermore, the black thick line shows the viscosity at reference condition at 40 degree centigrade according to ISO 8217. Minimum viscosity for marine distillate DMX, DMA, DMB and DMZ are indicated.

Moreover, there are a lot of factors influence the viscosity tolerance during the engine operation during of the time from the beginning start point to the normal operation. They include into engine condition and maintenance, fuel pump wear, engine pump wear, engine adjustment, actual fuel temperature in the fuel system, human factor, etc.

Finally, following the operational experience on many different ships, the circulation and supply pumps depend completely and decide the fuel oil system operation effectively due to some pumps maintain the viscosity of at 5 cSt which is far from the 2 cSt specified at engine inlet when operation on distillate.

5. Conclusion

In this article, the new regulations for sea environment protection has been introduced through IMO and MARPOL 73/78 for all vessels operate on special areas (ECAs). Especially, the IMO decision of 0.50% m/m sulphur content limit in marine fuel oil after 2020 is definite data and no further decision on the date will be happened. So, some methods have been represented including the use of appropriate lubrication oil quality for diesel engine on ships, installing the cooler in fuel oil system. This research will be meaningful solutions for all ships to comply with new regulations when sailing on ECAs. Hence, the article results will be fundamental for next researches of author.

References

- [1]. MEPC 69, 2016, Marine Environment Protection Committee (MEPC), 69th session, 18-22 April 2016. <http://www.imo.org/en/mediacentre/meetingsummaries/mepc/pages/mepc-69th-session.aspx>

- [2]. ABS, 2016, *Marine Environment Protection Committee 69 brief*, pp: 1-6;
 [3]. IMO, 2009, *2009 Guidelines for Exhaust Gas Cleaning Systems*, MEPC 59/24/Add.1, Annex 9, Adopted on 17 July 2009;
 [4]. MAN Diesel & Turbo, 2014, *Guidelines for Operation on Fuels with less than 0.1% Sulphur*, Printed in Denmark, pp: 1-24;

HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC BALLAST TÀU FORTUNE SYMPHONY BALLAST WATER MANGEMENT SYSTEM OF M/V FORTUNE SYMPHONY

Th.S. Nguyễn Hữu Dũng, Th.S. Nguyễn Minh Đức
 Bộ môn Cơ sở máy tàu – Khoa Máy tàu biển

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu giới thiệu hệ thống xử lý nước ballast hãng Techcross được lắp dưới tàu M/V Fortune Symphony do công ty UMMS quản lý.

Abstract

This paper introduces the Techcross ballast water management system installed on M/V Fortune Symphony that is managed by UMMS.

Key words: ballast water management system, organisms, ship.

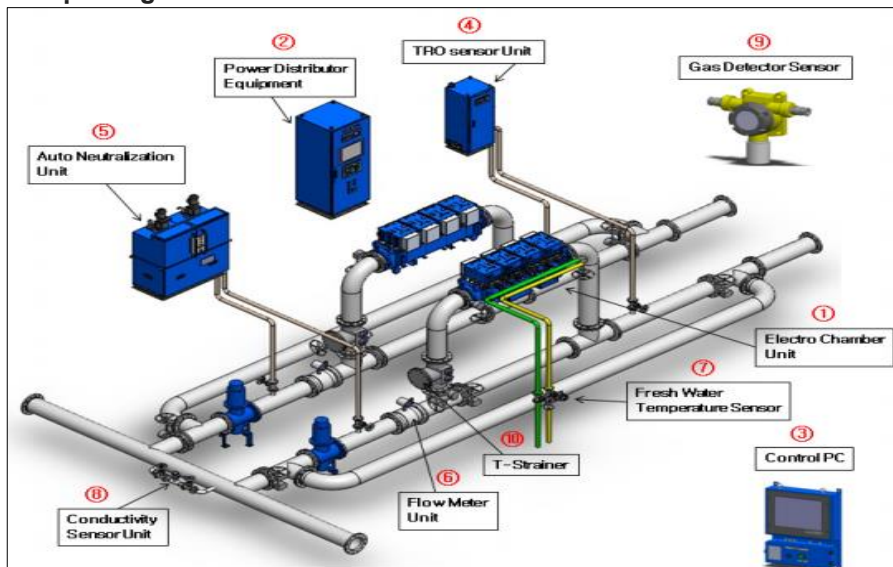
1. Đặt vấn đề

Công ước Quốc tế về kiểm soát và quản lý nước dằn và cặn nước của tàu (The International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments – BWM convention) đã được tổ chức hàng hải Quốc tế (IMO) đã thông qua năm 2004 và chính thức có hiệu lực từ ngày 8/9/2017 nhằm điều chỉnh hệ thống quản lý nước ballast (BWMS) và giảm thiểu nguy cơ lây lan các sinh vật thủy sinh có hại. Đối với các tàu đóng mới hiện nay, hệ thống xử lý nước ballast phải tuân theo tiêu chuẩn xử lý nước ballast (Regulation D-2) [1] của công ước.

2. Hệ thống xử lý nước ballast tàu Fortune Symphony [2]

Hệ thống xử lý nước ballast tàu Fortune Symphony được hãng Techcross (Techcross' Electro-Clean™ System - viết tắt là ECS) phát triển và sản xuất, tích hợp công nghệ điện phân nhằm loại bỏ các loài sinh vật biển có nguy cơ gây hại cho hệ sinh thái đại dương phù hợp với các quy định của IMO. Có bốn cơ chế khử trùng trong quá trình điện phân ECS: tạo gốc hypochlorite (ClO-) kết hợp với hiệu ứng điện giật và gốc tự do hydroxyl (OH-), ORP (quá trình oxy hóa khử), và clo dư. Trong đó, quá trình tạo gốc hypochlorite (ClO-) và gốc tự do hydroxyl (OH-) với quá trình oxy hóa khử để loại bỏ sinh vật gây hại có trong nước ballast còn Clo dư ngăn ngừa sinh vật gây hại tái sinh trong các két ballast. ECS sử dụng hệ thống trung hòa tự động là ANU để trung hòa nước đã xử lý trong các két ballast, làm giảm giá trị TRO (Tổng dư lượng chất oxy hóa) dưới 0,2 mg/L trước khi xả để không làm ảnh hưởng tới môi trường biển.

2.1. Sơ đồ hệ thống



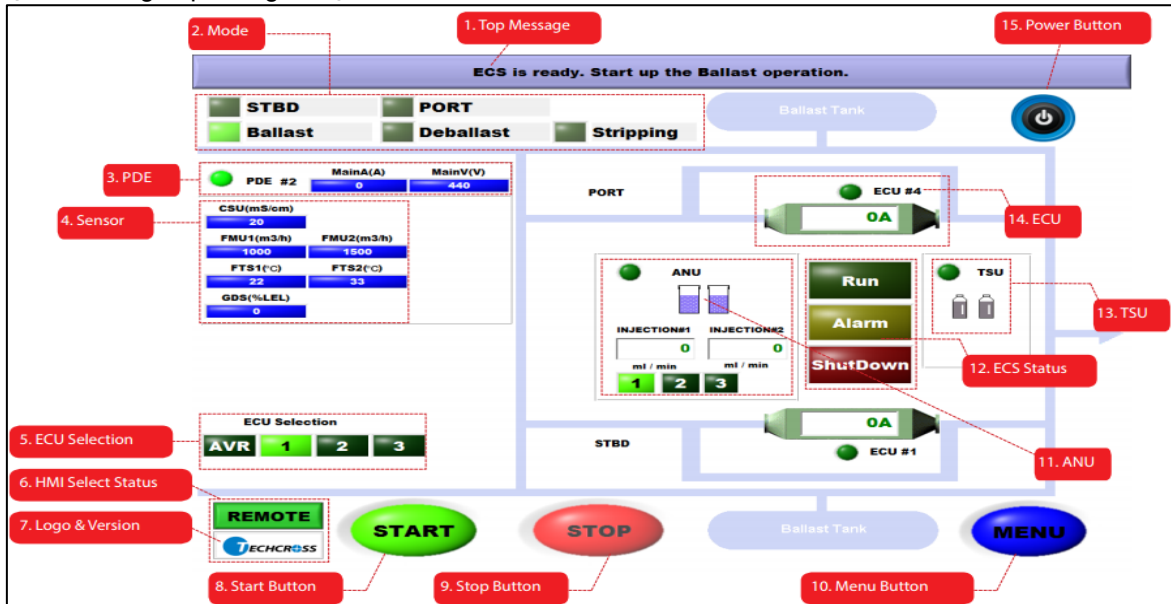
Hình 1. Sơ đồ hệ thống quản lý và kiểm soát nước ballast Electro-clean™ system

* Các bộ phận chính của hệ thống:

1. Electro Chamber Unit (ECU) – Buồng điện phân: khử trùng sinh vật biển bằng cách sản xuất hypochlorite (Cl₂) qua điện phân trực tiếp;

2. Power Distribution Equipment (PDE) – Tủ phân phối điện: cung cấp điện áp AC220~440V đến các bộ phận khác nhau trong ECS, đồng thời điều khiển kết nối giữa các bộ phận.

3. Control PC (CPC) – Máy tính điều khiển: là một máy tính chính bao gồm màn hình HMI (Human Machine Interface - Giao diện người máy) để hiển thị trạng thái hoạt động, điều khiển các lệnh và cung cấp thông tin vị trí.



Hình 2. Màn hình HMI

4. TRO Sensor Unit (TSU) - Khối cảm biến TRO: đo nồng độ TRO (Total Residual Oxidant – Tổng dư lượng chất oxy hóa) được tạo bởi ECU trong quá trình bơm nước vào dẫn tàu, đồng thời đo nồng độ TRO của nước đã được xử lý trước khi thải ra biển để cung cấp tín hiệu cho ANU trung hòa.

5. Auto Neutralization Unit (ANU) - Khối trung hòa tự động: trung hòa nước đã được xử lý trước khi thải ra. ANU được thiết kế để tự động điều chỉnh một lượng dung dịch trung hoà thích hợp theo kết quả đo TRO của TSU.

6. Flow Meter Unit (FMU) – Lưu lượng kế: Đo lưu lượng nước ballast trong đường ống. Lưu lượng đo được được dùng để điều chỉnh nguồn điện.

7. Fresh water Temperature Sensor (FTS) – Cảm biến nhiệt độ nước ngọt: Đo nhiệt độ nước làm mát cấp tới bộ chỉnh lưu trong thời gian thực.

8. Conductivity Sensor Unit (CSU) – Bộ cảm biến độ dẫn điện: Đo độ dẫn điện của nước biển đi qua ECU khi bơm nước ballast vào.

9. Gas Detection Sensor (GDS) – Cảm biến dò khí: Đo khí Hydro được sinh ra khi điện phân và phát hiện rò rỉ khí Hydro có thể xảy ra.

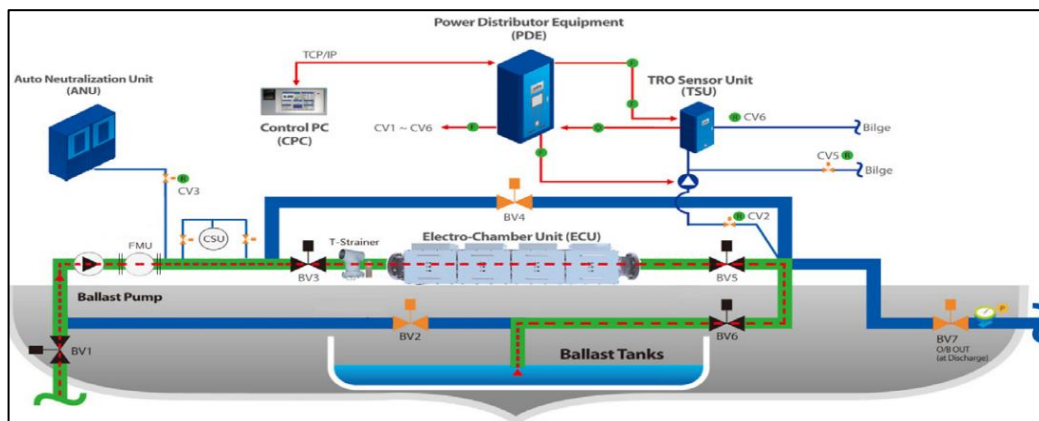
10. T-Strainer - Phin lọc chữ T: Bảo vệ các điện cực khỏi các chất bên ngoài và các loài vật lớn trong nước ballast.

Ngoài ra trong hệ thống còn có đường nước ngọt làm mát cho PRU (Bộ chỉnh nguồn – bên trong ECU) cùng với sinh hàn và két nước ngọt.

2.2. Nguyên lý hoạt động

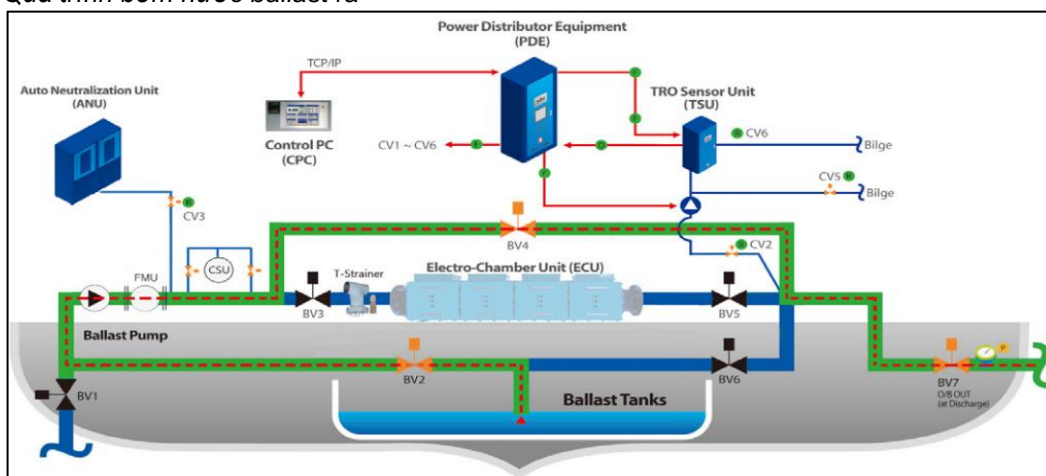
* *Quá trình bơm nước ballast vào*

Nước ballast chảy vào đường ống ballast của tàu bằng các bơm ballast qua các hộp van thông biển. Nước biển vào được khử trùng bằng ECS (được kiểm soát bởi CPC), và nước đã khử trùng vẫn còn trong các két ballast cho đến khi nó được thải ra.



Hình 3. Quá trình bơm nước ballast vào

* Quá trình bơm nước ballast ra



Hình 4: Quá trình bơm nước ballast ra

Chất trung hòa (Natri hyposunfit – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) sẽ được đưa vào với tỉ lệ tối đa ở giai đoạn đầu của quá trình bơm nước ballast ra. Sau đó lượng chất trung hòa phải được điều chỉnh để nồng độ TRO có thể nhỏ hơn 0,2 mg/L.

2.3. Vận hành

Hệ thống được vận hành bằng máy tính điều khiển thông qua màn hình HMI. Có ba chế độ khai thác hệ thống:

- Bơm nước ballast vào (Ballasting operation);
- Hút nước ballast ra (Deballasting operation);
- Hút khô (Stripping operation).

Ở mỗi chế độ khai thác có các bước riêng, bao gồm thao tác bật nguồn các thiết bị, đóng/mở các van liên quan hay khởi động bơm. Khi chế độ nào đã sẵn sàng thì trên đầu màn hình sẽ hiển thị dòng trạng thái: “ECS is ready. Start up the Ballast operation/ Deballasting operation/ Stripping operation”. Sau đó người khai thác ấn nút “START” trên màn hình để khởi động hệ thống.

2.4. Bảo dưỡng, sửa chữa

Tất cả các thiết bị trong hệ thống đều phải được tiến hành kiểm tra thường xuyên và định kỳ theo khuyến cáo của nhà sản xuất, bao gồm cả việc bổ sung, thay thế các loại hóa chất. Tham khảo “ECS manual” để có thông tin cụ thể.

3. Kết luận

Hệ thống xử lý nước ballast được giới thiệu trên là hệ thống điển hình theo phương pháp xử lý hóa học. Do khuôn khổ bài báo có hạn nên chưa nêu được cụ thể quy trình vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa cũng như các sự cố thường gặp. Các quy trình và thông tin chi tiết được thể hiện trong “ECS manual” của hệ thống.

Tài liệu tham khảo

[1] *International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments*, 2004, IMO.

- [2] “Ballast water management system manual” tàu Fortune Symphony;
[3] Techcross ECS manual.

ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA MÁY NÉN DẠNG XOẮN ỐC VỚI MÁY NÉN PISTON TRONG KỸ THUẬT LẠNH

COMPARISON OF SCROLL COMPRESSOR AND RECIPROCATING COMPRESSORS IN REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING

Th.S Vũ Anh Tuấn

Bộ môn Tự động thủy khí- Khoa máy tàu biển

TÓM TẮT

Bài báo chủ yếu giới thiệu kết cấu, nguyên lý làm việc của máy nén dạng xoắn, từ đó phân tích các ưu nhược điểm của nó với dạng máy nén piston truyền thống trong kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí.

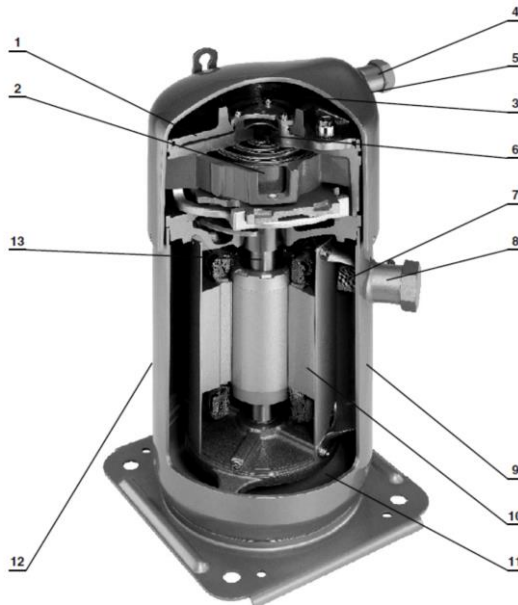
ABSTRACT

This paper mentions about the construction of scroll compressors, how they work and the comparison of hermetic scroll compressors and reciprocating compressors.

I. KẾT CẤU MÁY NÉN DẠNG XOẮN ỐC

1. Cấu tạo

Máy nén dạng xoắn là máy nén kín hoàn toàn, toàn bộ động cơ và máy nén được đặt trong một block kín. Đây là một dạng máy nén có công nghệ chế tạo tiên tiến, có nhiều ưu điểm vượt trội so với máy nén piston truyền thống.



Hình 1. Cấu tạo một máy nén dạng xoắn của hãng Bitzer[1]

1. Đĩa lò xo tĩnh; 2. Đĩa lò xo động; 3. Khoảng đầy; 4. Đường ống đầy; 5. Vị trí lắp cảm biến nhiệt; 6. Van một chiều; 7. Phin lọc hút; 8. Đường ống hút; 9. Vỏ; 10. Động cơ điện; 11. Dầu bôi trơn; 12. Kính nhìn dầu trên vỏ (phía mặt sau máy nén).

2. Nguyên lý làm việc

Máy nén dạng xoắn gồm có hai đĩa lò xo có hình xoắn ốc giống nhau lồng vào nhau, đĩa động được bố trí phía dưới và được dẫn động bởi động cơ điện thông qua khớp nối lệch tâm, đĩa tĩnh phía trên và được cố định với vỏ máy nén.

Do bề mặt lò xo của hai đĩa tiếp xúc với nhau tạo ra các không gian mà thể tích của chúng có thể thay đổi được khi đĩa động quay. Sự thay đổi thể tích này tạo nên quá trình hút đầy của máy nén.



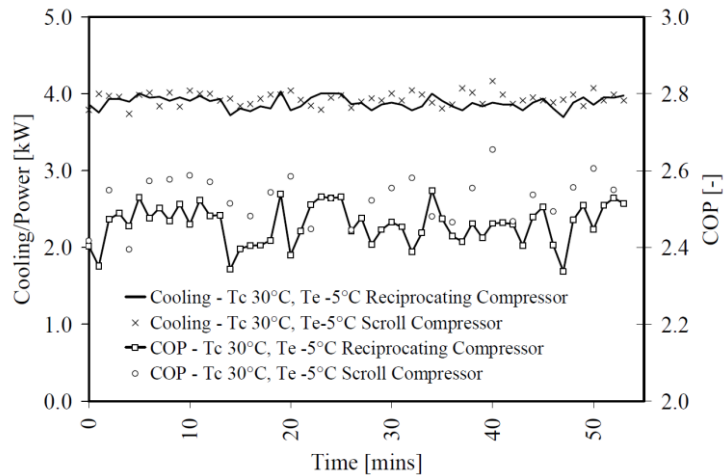
Hình 2. Nguyên lý làm việc của máy nén dạng xoắn [1]

Không gian tạo bởi hai đĩa lò xo có thể tích giảm dần khi di chuyển dần từ ngoài vào dần tới tâm đĩa. Ở tâm đĩa tĩnh là đường dẫn lên khoang đẩy, từ đây hơi công chất được nén sẽ đi ra khỏi máy nén theo đường ống đẩy.

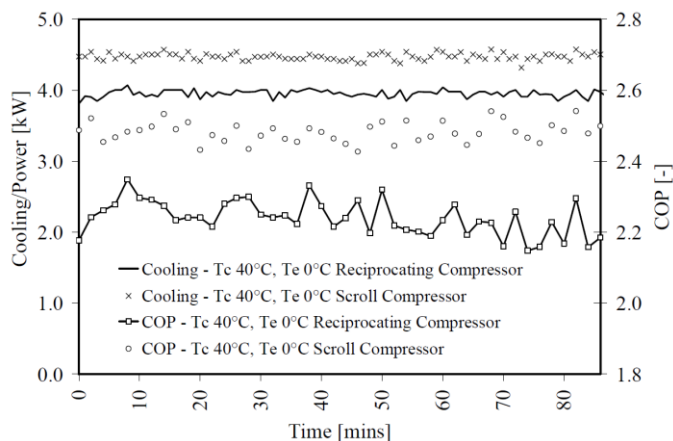
II. ĐÁNH GIÁ ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA MÁY NÉN DẠNG XOẮN ỐC VỚI MÁY NÉN DẠNG PISTON TRONG KỸ THUẬT LẠNH

3. Ưu điểm

- Hiệu suất hoạt động cao hơn;
Theo như biểu đồ hình 3, hệ thống trang bị máy nén dạng xoắn ốc có năng suất làm lạnh cao hơn so với năng suất làm lạnh của hệ thống trang bị máy nén piston ở cùng nhiệt độ ngưng tụ 30°C và 35°C [2].



Hình 3. So sánh hiệu suất làm việc của hệ thống sử dụng hai loại máy nén với cùng nhiệt độ bay hơi (-5°C) và nhiệt độ ngưng tụ (30°C)

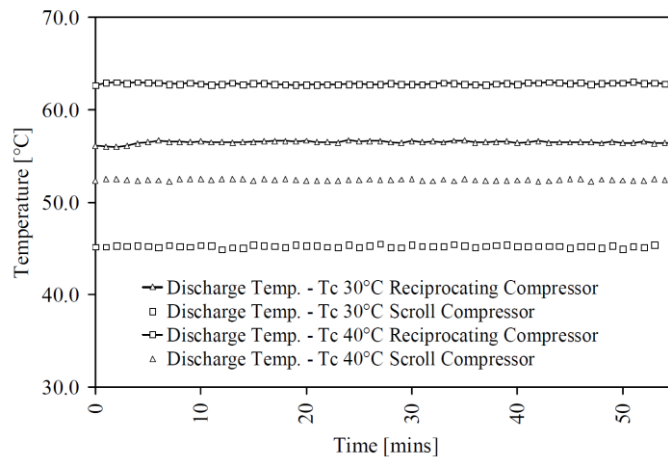


Hình 4. So sánh hiệu suất làm việc của hệ thống sử dụng hai loại máy nén với cùng nhiệt độ bay hơi (0°C) và nhiệt độ ngưng tụ (35°C)

Trong hai trường hợp nhiệt độ bình ngưng, hệ thống trang bị máy nén dạng xoắn ốc có hiệu suất cao hơn khoảng 5% với nhiệt độ ngưng tụ 30°C , khoảng 10% với nhiệt độ ngưng tụ 35°C .

- Không tồn tại điểm chết nên có thể làm việc với vòng quay động cơ lai lớn. Do đó, kích thước máy nén có thể nhỏ hơn máy nén piston cùng công suất;

- Nhiệt độ cuối quá trình nén nhỏ hơn nên vấn đề làm mát cho máy nén sẽ tốt hơn.



Hình 5. So sánh nhiệt độ cuối quá trình nén [2]

Theo biểu đồ hình 5 bên trên cho thấy, nhiệt độ cuối quá trình nén đối máy nén dạng xoắn nhỏ hơn trung bình 11,3°C (25%) ở nhiệt độ ngưng tụ 30°C và tương ứng 10,5°C (20%) ở nhiệt độ ngưng tụ 35°C.

- Tuổi thọ và độ tin cậy cao;
- Máy nén dạng xoắn có thể làm việc với một lượng công chất lỏng nhất định, do vậy ít nhạy cảm với chất lỏng hơn so với máy nén piston.
- Trong máy nén dạng xoắn không có các chi tiết chuyển động quán tính như piston, klape trong máy nén piston nên độ ồn và độ rung động nhỏ.

4. Nhược điểm

- Công nghệ chế tạo phức tạp. Lý thuyết nguyên lý của dạng máy nén này ra đời rất lâu nhưng chỉ tới khi công nghệ vật liệu phát triển, việc chế tạo các chi tiết quan trọng của máy nén như cổ trục lệch tâm và các đĩa lò xo,... thực hiện được đã tạo nên sự phát triển của dạng máy nén này.
- Giá thành đầu tư ban đầu lớn.

III. KẾT LUẬN

Do có nhiều ưu điểm như phân tích ở trên cùng với sự phát triển của công nghệ nên máy nén dạng xoắn ngày càng được sử dụng nhiều trong dân dụng và công nghiệp với công suất nhỏ và vừa.

Tài liệu tham khảo

- [1] Bitzer group of company, "Hermetic scroll compressor" (2012).
- [2] Purdue University, "Comparison Of Hermetic Scroll And Reciprocating Compressors Operating Under Varying Refrigerant Charge And Load", 2002.
- [3] Copeland and Emerson climate technology, "Scroll Compressor technology optimizing efficiency"

TRỮ LẠNH ĐỂ TIẾT KIỆM CHI PHÍ ĐIỆN NĂNG CHO CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA CÔNG SUẤT LỚN

COLD STORAGE FOR COST SAVING OF POWER ENERGY IN LARGE CAPACITY AIR CONDITIONING SYSTEM

ThS. Vũ Đức Anh

Bộ môn tự động thủy khí – Khoa Máy tàu biển

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu giải pháp tiết kiệm chi phí điện năng cho các hệ thống điều hòa không khí công suất lớn, đặc biệt là hệ thống điều hòa water chiller thông qua trữ lạnh. Nội dung đề cập đến giải pháp, công nghệ và những kết quả tính toán đánh giá hiệu quả khi trữ lạnh. Kết quả tính toán và đánh giá là cơ sở cho những quyết định đầu tư hệ thống trữ lạnh cho các doanh nghiệp đang vận hành các hệ thống điều hòa công suất lớn.

ABSTRACT

This paper introduces a cost-effective solution for large capacity air conditioning systems, especially cold-water chillers. Content refers to the solution, technology and the results of calculating the efficiency of cold storage. The results of calculations and evaluations are the basis for investment decisions for refrigerated storage systems for companies operating large capacity air conditioning systems.

1. Đặt vấn đề

Chi phí điện năng chiếm một phần đáng kể trong tổng chi phí của các doanh nghiệp đặc biệt là các khách sạn, trong đó chi phí cho vận hành các hệ thống điều hòa không khí chênh lệch giá điện giữa giờ cao điểm và thấp điểm là 3.936,9đ/kW/h chiếm tỷ lệ lớn nhất. Do đó giảm chi phí điện năng sử dụng điều hòa không khí trong giờ cao điểm có ý nghĩa rất quan trọng đối với hầu hết các doanh nghiệp và giải bài toán thiếu điện vào giờ cao điểm cho ngành điện lực Việt Nam. Để giảm chi phí điện năng điều hòa người ta sử dụng nhiều giải pháp khác nhau, trong đó trữ lạnh là một trong những giải pháp mang lại hiệu quả cao. Trữ lạnh là hình thức không sử dụng lạnh trực tiếp từ máy lạnh khi vận hành, mà sử dụng một chất trung gian có khả năng trữ lạnh lớn để tích trữ lạnh và khi cần thiết sẽ giải phóng để làm mát.

Bài báo này giới thiệu giải pháp trữ lạnh nhờ nước đá. Ưu điểm của nước đá là khả năng trữ lạnh cao, hơn nữa nước là môi chất có nhiều tính chất nhiệt động thuận lợi.

2. Giải pháp trữ lạnh tiết kiệm năng lượng

2.1. Công dụng của trữ lạnh

Đối với các hệ thống điều hòa không khí lớn, việc trữ lạnh là một giải pháp quan trọng nhằm giảm chi phí năng lượng do các nguyên nhân chính sau đây:

* **Trữ lạnh có thể giảm công suất hệ thống lắp đặt**: Công suất lắp đặt của một hệ thống điều hòa được chọn dựa vào công suất cực đại trong ngày cộng thêm hệ số an toàn. Thường công suất cực đại lớn so với công suất trung bình. Khi trữ lạnh sẽ góp phần san bằng phụ tải giảm được chi phí đầu tư.

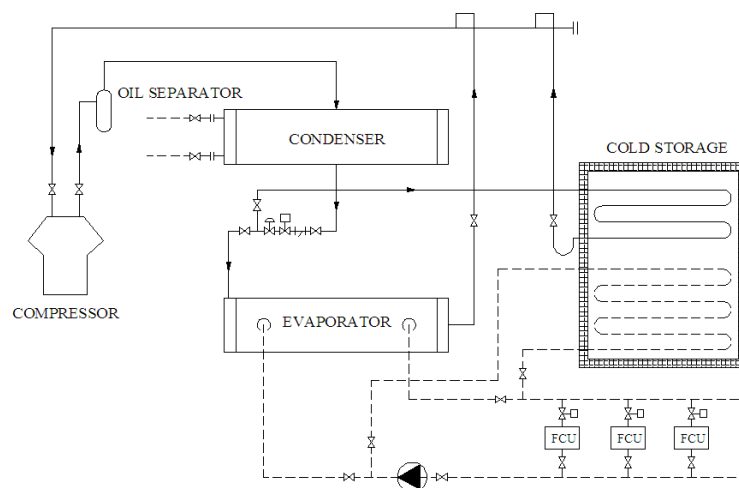
* Trữ lạnh tránh được giờ cao điểm

Nhu cầu sử dụng điều hòa thường rơi vào thời gian sử dụng điện cao điểm trong ngày và vì thế giá thành tiền điện rất cao. Khi chạy trữ lạnh có thể chọn thời gian vận hành vào ban đêm, tức là thời gian cao điểm để giảm giá điện năng tiêu thụ, góp phần khắc phục tình trạng thiếu điện mùa hè của quốc gia.

* Trữ lạnh cho phép chạy máy vào thời điểm máy làm việc hiệu quả nhất:

Hiệu quả làm việc của máy điều hòa phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường. Khi nhiệt độ bên ngoài cao thì hiệu quả thấp và ngược lại. Tuy nhiên, thực tế nhu cầu sử dụng điều hòa lại rơi vào thời điểm tiết trời bên ngoài nóng nhất, chính là thời điểm máy làm việc kém hiệu quả nhất. Khi chuyển sang trữ lạnh hệ thống hoạt động chủ yếu về đêm, khi nhiệt độ ngoài trời thấp nhất trong ngày nên hiệu quả làm việc cao.

2.2. Sơ đồ trữ lạnh



Hình 1: Sơ đồ trữ lạnh hệ thống điều hòa water chiller [1]

Trên hình 1 là sơ đồ trữ lạnh của hệ thống lạnh máy điều hòa không khí water chiller. Trên sơ đồ này, sử dụng lại hệ thống lạnh của máy để trữ lạnh vào bể chứa nước đá. Khi cần điều hòa, nước sẽ được bơm vào bể trao đổi nhiệt với nước đá và làm lạnh đến nhiệt độ khoảng 7°C và đưa đến các FCU để làm lạnh không khí.

Quá trình trữ lạnh thực hiện vào ban đêm (giờ thấp điểm) và quá trình giải lạnh để điều hòa thực hiện vào lúc có nhu cầu.

3. Đánh giá hiệu quả trữ lạnh

3.1. Giảm chi phí đầu tư

Do rất nhiều nguyên nhân mà phụ tải điều hòa trong ngày luôn thay đổi. Cụ thể là do thay đổi bức xạ mặt trời, do nhiệt độ ngoài trời thay đổi, do lượng người vào ra thay đổi, do nhu cầu sử dụng máy móc thiết bị thay đổi vv... Trong trường hợp không trữ lạnh, nhà đầu tư bắt buộc chọn máy theo phụ tải cực đại trong ngày, giá trị này tùy thuộc vào đối tượng cụ thể có thể lớn hơn giá trị phụ tải trung bình 30 - 40%. Khi trữ lạnh, có thể thực hiện giải pháp san bằng phụ tải một cách dễ dàng và như vậy, không nhất thiết phải đầu tư hệ thống có công suất quá lớn. Nhờ vậy giảm được chi phí đầu tư.

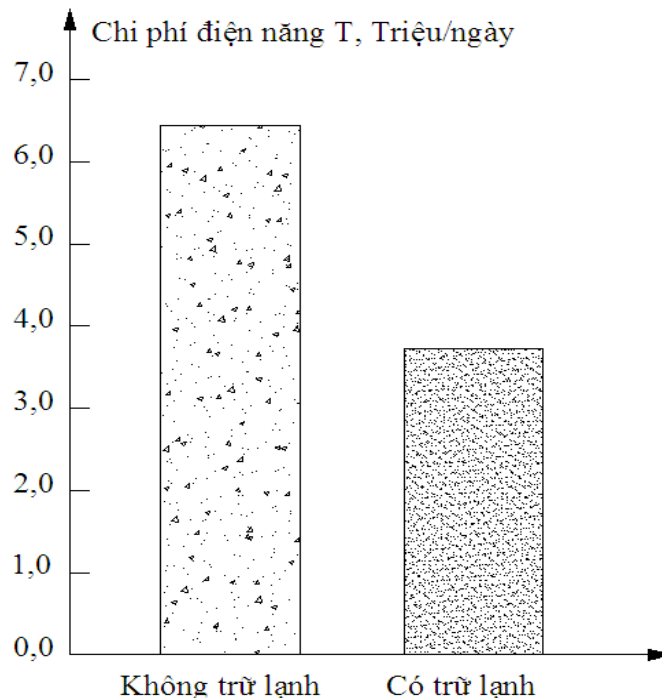
3.2. Hiệu quả khi tránh được giờ cao điểm

Theo số liệu ngành điện lực thời điểm trong ngày được chia ra : giờ bình thường, giờ cao điểm và giờ thấp điểm. Trong đó đối với ngày bình thường có 13 giờ bình thường, 5 giờ cao điểm và 6 giờ thấp điểm. Đơn giá tiền điện tương ứng của các giờ này chênh lệch nhau rất lớn phụ thuộc vào đối tượng sử dụng điện.

Ví dụ như một tổ máy điều hòa không khí water chiller công suất lạnh 100 Ton (tương đương với 100 phòng) có tổng công suất điện năng là 110 kW, trung bình chạy trong một ngày liên tục hết 2640 kWh điện. Đối với hộ kinh doanh và cấp điện áp dưới 6 kV thì giá thành cho ở bảng dưới đây.

Bảng 1: Giá điện theo giờ đối với hộ kinh doanh, cấp điện áp dưới 6kV

Giờ trong ngày	Thấp điểm	Bình thường	Cao điểm
Đơn giá, đồng/kWh trước thuế	1.412	2.320	3.991



Hình 2: Chi phí điện năng khi không trữ lạnh và trữ lạnh (máy 100 Ton)

Theo biểu giá tiền điện nêu trên thì tổ máy điều hòa nếu chạy bình thường sẽ phải trả 6,44 triệu tiền điện trong một ngày, còn nếu vận hành theo giải pháp trữ lạnh chạy vào giờ thấp điểm thì hằng ngày chỉ trả 3,73 triệu, tức chỉ còn 58%. Từ đó mới thấy trung bình hằng năm một máy 100 Ton chạy theo giải pháp trữ lạnh có thể tiết kiệm gần 500 triệu đồng.

3.3. Hiệu quả do điều kiện vận hành thay đổi

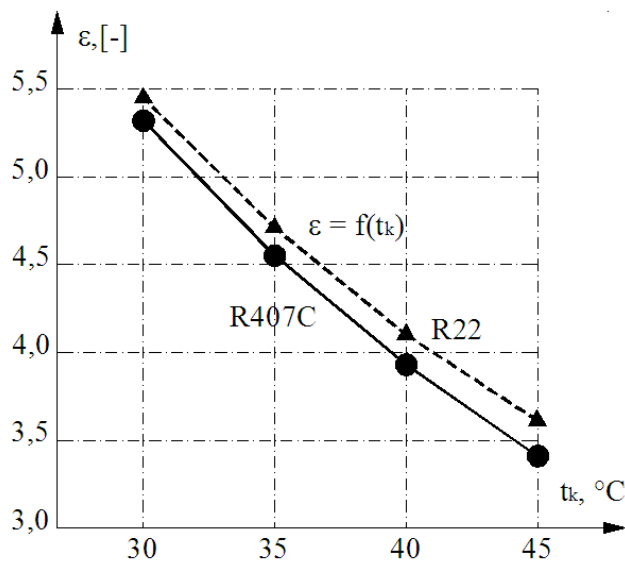
Khi chuyển từ vận hành ban ngày sang vận hành trữ lạnh ban đêm nhiệt độ môi trường giảm góp phần nâng cao hiệu quả làm việc của hệ thống. Để đánh giá ảnh hưởng của nhân tố này bài báo tiến hành phân tích đánh giá ảnh hưởng của hệ số làm lạnh ε và năng suất làm lạnh đơn vị q_o (kJ/kg) của hai môi chất sử dụng phổ biến trong điều hòa không khí là R22 và R407C. Kết quả cho ở các bảng và các hình

Bảng 2: Hệ số lạnh ε_{R22}

$t_o, ^\circ\text{C}$	Nhiệt độ ngưng tụ $t_k, ^\circ\text{C}$			
	30	35	40	45
-15	4,66	4,07	3,58	3,17
-10	5,45	4,71	4,10	3,61
-5	6,47	5,51	4,74	4,13
0	7,84	6,54	5,55	4,77

Bảng 3: Hệ số lạnh ε_{R407C}

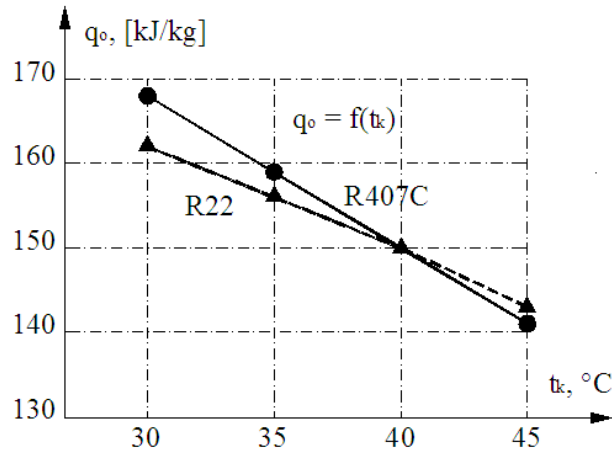
$t_o, ^\circ\text{C}$	Nhiệt độ ngưng tụ $t_k, ^\circ\text{C}$			
	30	35	40	45
-15	4,54	3,93	3,42	2,98
-10	5,32	4,55	3,93	3,41
-5	6,33	5,34	4,56	3,92
0	7,68	6,36	5,35	4,54



Hình 3: Sự phụ thuộc của hệ số lạnh ε vào nhiệt độ ngưng tụ t_k (ở $t_o = -10^\circ\text{C}$) [2]

Bảng 4: Năng suất làm lạnh đơn vị $q_o, \text{kJ/kg}$

Môi chất	Nhiệt độ ngưng tụ $t_k, ^\circ\text{C}$			
	30	35	40	45
R22	162	156	150	143
R407C	168	159	150	141



Hình 4: Sự phụ thuộc của q_0 vào nhiệt độ ngưng tụ t_k (ở $t_0 = -10^\circ\text{C}$) [2]

Từ các kết quả tính toán trên hình 3 và 4 cho thấy khi nhiệt độ ngoài trời tăng, nhiệt độ ngưng tụ môi chất tăng theo và làm giảm hệ số lạnh và năng suất lạnh riêng một cách đáng kể, bình quân khi nhiệt độ ngưng tụ tăng 10°C thì hệ số lạnh giảm 25% và năng suất lạnh riêng giảm 10%. Từ đó ta thấy được thời điểm vận hành hệ thống lạnh là rất quan trọng.

Kết quả phân tích đối với nhiều môi chất khác như R134a và R410a cũng cho kết quả tương tự.

4. Kết luận

Từ các kết quả tính toán và phân tích có thể rút ra các kết luận sau đây:

- Trữ lạnh cho các hệ thống điều hòa công suất lớn góp phần giảm đáng kể chi phí đầu tư và vận hành các hệ thống điều hòa không khí
- Khi trữ lạnh chi phí vận hành giảm đáng kể nhờ vận hành hệ thống lạnh vào giờ thấp điểm (giảm 42%) và nhờ hiệu quả làm việc tăng do nhiệt độ ngoài trời giảm (có khả năng nâng cao hiệu quả đến 25%).
- Đầu tư cho hệ thống trữ lạnh không quá tốn kém chỉ tăng thêm 20% nhưng có khả năng mang lại hiệu quả cao giảm đến 70% chi phí tiền điện, đặc biệt đối với hệ thống điều hòa water chiller.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Tài liệu thuyết minh về "Ice-enhanced Air-cooled Chiller Plant Layout" của hãng Trane/Mỹ.
- [2]. 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)
- [3]. Nguyễn Đức Lợi. *Hướng dẫn thiết kế hệ thống điều hoà không khí*, 2007.

ĂN MÒN Ở NHIỆT ĐỘ CAO VÀ ĂN MÒN Ở NHIỆT ĐỘ THẤP TRONG ĐỘNG CƠ TÀU THỦY UNDERSTANDING HOT AND COLD CORROSION IN MARINE ENGINES

Th.S Nguyễn Văn Tiên

Bộ môn Cơ sở Máy tàu- Khoa Máy tàu biển

Tóm tắt

Ăn mòn trong động cơ tàu thủy là một vấn đề đáng lo ngại hàng đầu, đặc biệt là khi nhiên liệu nặng đang được sử dụng cho các động cơ. Ăn mòn được chia ra như sau:

Ăn mòn ở nhiệt độ cao: Xảy ra do sự có mặt của Vanadi (V) và Natri (Na) trong nhiên liệu.

Ăn mòn nhiệt độ thấp: Xảy ra do sự có mặt của lưu huỳnh (S) trong nhiên liệu.

Abstract

Corrosion is a primary concern on ships when it comes to burning heavy fuel oil in the marine engines. It can be further described as:

Hot Corrosion: It occurs due to the presence of Vanadium (V) and Sodium (Na) in the fuel oil.

Cold corrosion: It occurs due to the presence of Sulphur in fuel oil.

Keywords : hot corrosion, cold corrosion, carbon deposits, melting point, dew point, slow steaming operation.

1. Đặt vấn đề

Lợi nhuận thu được của các công ty vận tải biển không chỉ phụ thuộc vào loại hàng hóa chuyên chở. Thực tế, một phần không nhỏ lợi nhuận này thu được lại chính từ việc tiết kiệm các chi phí trong khai thác tàu, điều này sẽ giúp cho các chủ tàu có thể đưa ra mức giá rất cạnh tranh trong lĩnh vực vận chuyển hàng hóa.

Như chúng ta biết, một trong các chi phí chủ yếu cho con tàu đi từ cảng X đến cảng Y chẳng hạn, đó là chi phí cho nhiên liệu. Và chính vì lý do này, mà các công ty đang cố gắng để cắt giảm chi phí này tới mức thấp nhất, bằng các biện pháp như là khai thác máy chính ở chế độ nhỏ tải, kinh tế kết hợp với sử dụng nhiên liệu rẻ tiền.

Tuy nhiên, các loại nhiên liệu đó khi được sử dụng cho máy chính có ảnh hưởng không tốt đối với các bộ phận của động cơ (do các yếu tố xảy ra một cách tự nhiên) nếu nhiên liệu không được đốt cháy một cách thích hợp.

Ăn mòn trong động cơ tàu thủy là một vấn đề đáng lo ngại hàng đầu, nhất là khi nhiên liệu nặng đang được lựa chọn để sử dụng hoàn toàn cho hầu hết các động cơ. Ăn mòn được chia ra như sau:

Ăn mòn ở nhiệt độ cao: Nó xảy ra do sự có mặt của Vanadium (Va) và Natri (Na) trong nhiên liệu và ảnh hưởng đến đường khí xả của động cơ.

Ăn mòn nhiệt độ thấp: Xảy ra do sự có mặt của lưu huỳnh trong nhiên liệu và có ảnh hưởng đến sơ my xylanh cũng như các phần khác của buồng đốt.

2. Ăn mòn ở nhiệt độ cao

Vanadi là một thành phần tự nhiên ở dạng hòa tan trong nhiên liệu tàu thủy, điều đó có nghĩa là nó sẽ không tách được ra khỏi nhiên liệu, cho dù nhiên liệu đã được xử lý qua máy lọc li tâm. Vanadi khi kết hợp với Natri, có thể gây hư hỏng động cơ khi ở nhiệt độ cao. Natri và Vanadi sẽ chuyển sang thể rắn khi ở nhiệt độ cao, đây chính là yếu tố gây nên ăn mòn cho động cơ ở nhiệt độ cao.

Sự có mặt của Oxy dư thừa trong buồng đốt trong khi đốt cháy nhiên liệu gây nên sự oxy hóa Vanadi thành các oxit VO và VO₂. Khi nhiệt độ trong buồng đốt giảm, VO₂ sẽ bị oxy hóa lần nữa thành V₂O₅.

V₂O₅ có nhiệt độ nóng chảy thấp và chuyển thành dạng lỏng một phần, và dính bám vào bề mặt buồng đốt.

Natri trong nhiên liệu phản ứng với hơi nước trong quá trình cháy để tạo ra NaOH. Sau đó nó kết hợp với SO₂ tạo ra muối Natri sulfate.

Muối Natri Sulfate ngưng tụ ở nhiệt độ xấp xỉ 890°C và dính bám vào bề mặt đã có mặt của V₂O₅. Chúng sẽ tích tụ và dần dần làm cản trở đường khí thải và gây ăn mòn bề mặt kim loại. Nếu tỉ số V:Na là 3:1, thì nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp này là bé nhất, ở khoảng 350-450°C khả năng hình thành hợp chất kết dính sẽ tăng lên mạnh nhất.

Nhiên liệu có thành phần vanidi và natri cao sẽ có xu thế hình thành chất keo dính ở trong đường khí xả. Ở nhiệt độ cao hơn (>600°C), tro muối bám dính có thể làm gia tăng sự ăn mòn kim loại và gây cản trở làm tắc đường khí xả.

2.1. Ảnh hưởng của ăn mòn ở nhiệt độ cao

1. Bào mòn: Chủ yếu diễn ra dọc theo đường khí xả, vì muối và cấu carbon hình thành trong đường ống xả có nhiệt độ cao gây bào mòn kim loại. Bởi vậy mà bề mặt xupap xả sẽ bị ảnh hưởng một cách nghiêm trọng.

2. Ăn mòn do muối nóng chảy: Ở nhiệt độ cao, Na và V hình thành các chất cháy gây ăn mòn, va đập và bào mòn các xupap, ống phun và cánh của tuabin. Muối sẽ ăn mòn các lớp oxit bảo vệ của kim loại, thúc đẩy giai đoạn tiếp theo là oxy hóa bởi khí cháy.

3. Oxy hóa bởi khí cháy: Đó là sự tác động của oxy đến bề mặt kim loại của động cơ trong môi trường khí xả có nhiệt độ cao.

2.2. Làm thế nào để giảm thiểu ăn mòn bởi nhiệt độ cao

1. Duy trì nhiệt độ khí xả thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của hợp chất N và Va (khoảng 400°C).
2. Sử dụng thép mạ Sterlite hoặc Nimonic cho xupap xả và để xupap để tránh ăn mòn.
3. Sử dụng cơ cấu xoay xupap xả để làm đều sự phân bố nhiệt và tránh hư hỏng cục bộ tại một điểm trên bề mặt làm việc của xupap.
4. Các chất phụ gia ví dụ chất giúp giảm thiểu tạo tro muối có thể được sử dụng để làm biến đổi và tăng nhiệt độ nóng chảy đối với hợp chất của N và Va. Làm cho muối không thể nóng chảy và không có khả năng ăn mòn.

5. Kiểm soát sự bám tro muối trên đường khí xả của động cơ, ví dụ thường xuyên vệ sinh và kiểm tra đường ống khí xả, thường xuyên vệ sinh tuabin bằng nước, đại tu xupap xả...

3. Ăn mòn ở nhiệt độ thấp (Ăn mòn điểm sương)

Lưu huỳnh là một thành phần tự nhiên nữa được tìm thấy trong dầu mỏ. Mức độ của nó được đánh giá thông qua hàm lượng của lưu huỳnh tìm thấy ở trong dầu thu được sau quá trình chưng cất từ dầu thô.

Hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu thay đổi trong khoảng từ 0.1% cho đến 3.5% theo công ước quốc tế MARPOL Chương VI. Quy định cho toàn cầu là 0.50m/m sẽ được áp dụng vào 01-01-2020 hoặc 01-01-2025.

Lưu huỳnh trong nhiên liệu có vai trò như là phụ gia tự nhiên EP (Extreme Pressure), tạo nên tính bôi trơn vốn có của nhiên liệu khi đi qua vòi phun và bơm nhiên liệu.

Với một lượng lớn oxy có mặt trong buồng đốt của động cơ, lưu huỳnh bị chuyển hóa thành SO_2 và tiếp đó kết hợp với oxy để tạo ra SO_3 .

Khi SO_3 kết hợp với nước hoặc hơi nước có trong khí quét, nó sẽ tạo ra axit H_2SO_4 .

Nếu động cơ hoạt động ở vùng không hiệu quả và ở vòng quay thấp, nhiệt độ trên thành vách xylanh phần bên dưới sẽ thấp hơn nhiệt độ ngưng tụ của axit sulfuric và nước ($120-160^{\circ}C$). Hỗn hợp gây ăn mòn sẽ ngưng tụ trên thành vách xylanh gây ra ăn mòn bởi nhiệt độ thấp đối với sơ mi xylanh.

Đối với nhiên liệu với thành phần lưu huỳnh thấp, cháy trễ hoặc cháy chậm sẽ làm tăng phụ tải nhiệt đối với các chi tiết của buồng đốt, dẫn đến quá nhiệt, gây nên các vấn đề liên quan đến bôi trơn và ăn mòn bởi nhiệt độ thấp.

3.1. Tại sao ăn mòn bởi nhiệt độ thấp trở thành vấn đề đối với động cơ ngày nay?

Các động cơ tàu thủy ngày nay sử dụng năng lượng một cách hiệu quả đang phải chịu điều kiện khai thác bất lợi, với hành trình siêu dài và áp suất khí cháy cao hơn trong khi phải đốt cháy nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp. Việc chấp nhận khai thác động cơ ở chế độ nhỏ tải kinh tế dẫn đến sự ăn mòn nghiêm trọng bởi nhiệt độ thấp cho chính động cơ.

Một lý do quan trọng khác là máy tàu thủy ngày nay được thiết kế để phù hợp với công ước quốc tế về kiểm soát phát thải khí NOx và EED. Để đáp ứng các quy định này, xylanh của động cơ phải làm việc với áp suất cháy lớn hơn và giảm nhiệt độ của quá trình cháy (để giảm phát thải NOx), vì vậy đã tạo ra điều kiện nhiệt độ dưới nhiệt độ điểm sương, tạo điều kiện cho hơi nước ngưng tụ trên sơ mi xylanh của động cơ gây nên ăn mòn cho động cơ.

Động cơ của các con tàu được đóng trước đó cũng được cải tiến để có thể hoạt động được ở chế độ tải nhỏ. Động cơ được trang bị thêm các hệ thống phụ trợ như VTA, Gas Bypass Valve, Jacket Cooling Bypass... để có thể chạy được ở chế độ nhỏ tải, tuy nhiên chúng không được cải tiến để đối phó với hiện tượng ăn mòn bởi nhiệt độ thấp.

Khai thác tàu ở chế độ siêu nhỏ tải kinh tế chỉ ở 10% của công suất định mức, một lần nữa làm nhiệt độ buồng đốt thấp tạo điều kiện ăn mòn điểm sương.

3.2. Ảnh hưởng của ăn mòn ở nhiệt độ thấp

1. Làm cản trở dầu bôi trơn xylanh.
2. Làm kẹt, bó các sec măng.
3. Ăn mòn và làm hư hỏng bề mặt kim loại.
4. Làm giảm tuổi thọ của sơ mi xylanh.

3.3. Làm thế nào để hạn chế ăn mòn bởi nhiệt độ thấp gây ra

1. Bằng cách sử dụng trị số kiểm tổng của dầu bôi trơn xylanh một cách thích hợp, dựa vào hàm lượng lưu huỳnh có trong nhiên liệu:

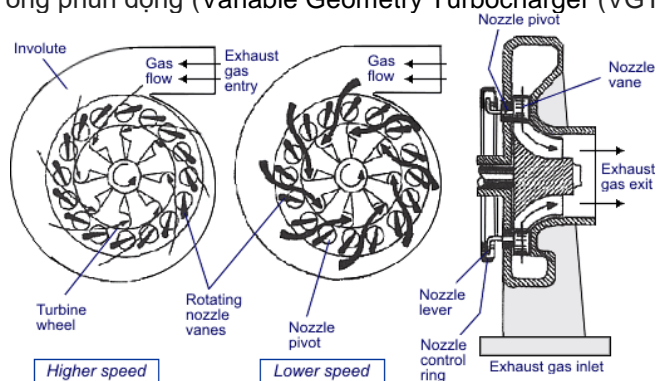
- Hàm lượng lưu huỳnh dưới 0.25 (TBN khoảng 10mgKOH/g).
- Hàm lượng lưu huỳnh từ 0.25-1.0 (TBN khoảng 10-20 mgKOH/g).
- Hàm lượng lưu huỳnh từ 1.0-3.0 (TBN khoảng 70 mgKOH/g).
- Hàm lượng lưu huỳnh trên 3.5 (TBN khoảng > 70 mgKOH/g).

2. Sử dụng các phương pháp bôi trơn sơ mi xylanh tiên tiến như là hệ thống bôi trơn ALPHA LUBRICATOR của hãng MAN hay là hệ thống PULSE LUBRICATING SYSTEM của hãng Wartsila.

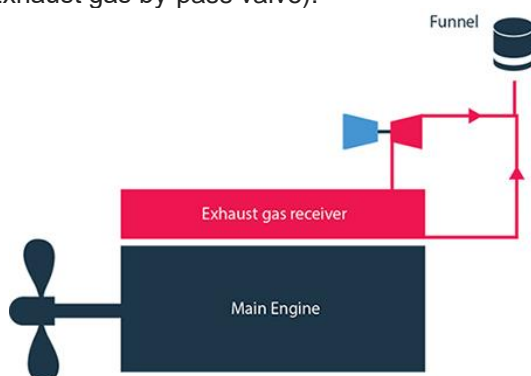
Thực hiện việc thử nhanh (đối với động cơ của hãng máy MAN với nhiên liệu có thành phần lưu huỳnh cao, bằng cách thay đổi lượng cấp dầu xylanh trong vòng 24 giờ đồng hồ để kiểm tra mức độ ảnh hưởng) để tìm ra hệ số cấp đối với từng loại dầu xylanh tương ứng với mức độ ăn mòn là nhỏ nhất.

3. Thực hiện việc giám sát theo dõi tình trạng mài mòn thông qua phân tích kim loại bị mài mòn và dư lượng TBN có trong dầu nhớt sau khi làm việc.

4. Sử dụng công nghệ và trang thiết bị tiên tiến nhất hiện nay để trang bị cho động cơ như là:
- Tuabin khí xả có ống phun động (Variable Geometry Turbocharger (VGT)):



- Van by-pass khí xả (Exhaust gas by-pass valve):



• Sử dụng nhiều tổ hợp tuabin-khí xả (T/C Cut-out System), cho phép người khai thác có thể ngắt bớt một tuabin khí xả khi ở chế độ tải thấp:



Tài liệu tham khảo

- [1] <https://www.marineinsight.com>
- [2] <https://turbocharger.man-es.com>

KHÍ THẢI NO_x TỪ TÀU THỦY VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢM THIỂU
NO_x EMISSIONS FROM MARINE SHIPS AND REDUCING METHODS

KS. Nguyễn Hữu Thư

Khoa Máy tàu biển – Trường ĐH Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Bài viết này sẽ nghiên cứu về phát thải khí thải NO_x từ động cơ tàu thủy và sự ảnh hưởng của nó đến con người và môi trường. Quy định quốc tế về phát thải khí thải NO_x ngày càng chặt chẽ hơn, do vậy lượng khí thải NO_x từ tàu thủy cần được kiểm soát nghiêm ngặt cũng như lựa chọn phương pháp giảm thiểu NO_x phù hợp.

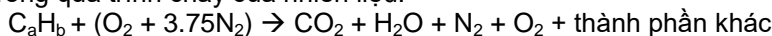
Abstract

This paper will analyze NO_x emissions from marine ships and its effects on humans and environment. As international regulations is more restrictive about nitrogen oxides (NO_x) so the amount of NO_x from marine ships should be serious concerned about, also choosing the suitable NO_x reduction methods.

1. Giới thiệu chung

Ngày nay, động cơ Diesel được sử dụng trên 90% tàu thủy trên thế giới. Động cơ Diesel đã thay thế cho hệ thống tuabin hơi, loại động cơ được sử dụng hầu hết trong thập niên 40. Nhiên liệu chính cho động cơ Diesel là dầu nặng với giá thành rẻ nhưng chứa nhiều thành phần gây ra phát thải khí xả gây ô nhiễm môi trường.

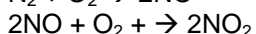
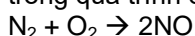
Phản ứng trong quá trình cháy của nhiên liệu:



Thành phần khác trong khí thải động cơ Diesel có NO_x , SO_x , CO, HC, bụi... Trong đó oxit Nitơ (NO_x) ở động cơ Diesel nhiều hơn so với động cơ xăng do lượng nito và oxi trong khí nạp nhiều hơn.

2. Phát thải NO_x từ động cơ Diesel:

Thành phần chủ yếu trong khí nạp là Nitơ (N_2) và Oxi (O_2), hai khí này phản ứng với nhau trong quá trình cháy trong buồng đốt ở nhiệt độ cao theo phương trình sau:



Lượng NO_x tăng lên cùng với sự tăng của nhiệt độ, thời gian duy trì ở nhiệt độ cao của khí cháy và lượng oxi trong khí cháy. Với động cơ thấp tốc, lượng NO_x sinh ra thường nhiều hơn so với động cơ trung tốc do quá trình cháy diễn ra lâu hơn tạo điều kiện hình thành NO_x .

Khí NO_x tác động nghiêm trọng đến sức khỏe con người cũng như đến môi trường. NO_x gây hại cho mắt và hệ hô hấp, cũng như có thể làm cho con người mắc bệnh ung thư hay đau tim. Khí NO_x là một trong những tác nhân gây ra hiện tượng thủng tầng ozon và mưa axit, các nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng khoảng 15% phát thải NO_x toàn cầu từ tàu thủy, Eyring et al 2005.

3. Quy định về phát thải khí xả:

MARPOL là một phần của Hiệp hội hàng hải quốc tế IMO, IMO có nhiệm vụ phát triển và duy trì một khuôn khổ pháp lý cho việc vận chuyển và giải quyết các vấn đề gồm: An toàn, môi trường, vấn đề pháp lý, kỹ thuật, hợp tác, an ninh hàng hải và hiệu quả của vận chuyển. Các điều luật liên quan đến khí thải nằm trong phục lục VI của MARPOL.

Tất cả các tàu thủy cần tuân thủ theo quy định về lượng khí thải NO_x cho phép theo quy định của MARPOL. Đơn vị đo NO_x là g/kWh. Theo đó, lượng khí thải NO_x sẽ phụ thuộc vào tốc độ của động cơ và phải tuân theo bảng sau:

Bảng 1. Giới hạn lượng khí thải NO_x

Bậc	Ngày đóng tàu	Giới hạn khí thải NO_x (g/kWh)		
		n = Tốc độ động cơ (rpm)		
		n < 130	n = 130 - 1999	n ≥ 2000
I	1 January 2000	17.0	$45 \cdot n^{(-0.2)}$ ví dụ, 720 RPM – 12.1	9.8
II	1 January 2011	14.4	$44 \cdot n^{(-0.23)}$ ví dụ, 720 RPM – 9.7	7.7
III	1 January 2016*	3.4	$9 \cdot n^{(-0.2)}$ ví dụ, 720 RPM – 2.4	2.0

4. Phương pháp giảm lượng khí thải NO_x :

Có hai phương pháp chính để giảm lượng khí thải:

Phương pháp thứ nhất nhằm giảm lượng NO_x hình thành trong quá trình cháy bằng cách tối ưu các thông số cháy. Như đã trình bày ở trên, tác nhân chính ảnh hưởng đến sự hình thành NO_x

là nồng độ oxi, nito và nhiệt độ trong quá trình cháy. Do đó phương pháp chính sẽ tập trung vào giảm nồng độ oxi, nito, nhiệt độ cháy và thời gian quá trình cháy diễn ra ở nhiệt độ cao.

Trong khi đó, phương pháp thứ 2 sẽ tách khí thải NO_x khỏi khí xả bằng kỹ thuật làm sạch dòng thấp phun (downstream cleaning techniques).

4.1 Phương pháp thứ nhất:

a. Giảm thời gian phun nhiên liệu, và phun nhiên liệu có độ trễ

Việc phun nhiên liệu muộn hơn nhằm giảm áp suất cũng như nhiệt độ cháy. Việc phun nhiên liệu trễ cũng làm giảm lượng nhiên liệu trước khi áp suất đạt đỉnh, do đó giảm được thời gian cháy của nhiên liệu ở nhiệt độ cao. Okada et al. (2001) ứng dụng việc phun nhiên liệu trễ khoảng 7° trên động cơ MAN B&W 4T50MX, họ đã thu được kết quả lượng NO_x giảm khoảng 30%. Li et al. (2006) cũng phân tích ảnh hưởng của góc phun sớm đến lượng khí thải NO_x .

Frankhauser và Heim (2001) cũng nhận thấy rằng việc phun sớm giảm lượng khí thải NO_x cùng với việc suất tiêu hao nhiên liệu sẽ tăng lên một chút. Họ nghiên cứu trên động cơ tàu hỏa Sulzer RT-Flex với 3 vòi phun, quá trình phun nhiên liệu được tách biệt. Họ thu được kết quả giảm 30% lượng khí thải NO_x với việc tăng 8% suất tiêu hao nhiên liệu.

b. Cải tiến thiết bị phun:

Al-Sened et al (2001) thực nghiệm trên động cơ trung tốc MAN B&W RK215, với việc giảm góc phun từ 140° còn 130° , sẽ giảm 32% lượng khí thải NO_x trong khi suất tiêu hao nhiên liệu tăng 6%. Do góc phun nhỏ hơn sẽ giảm lượng khí hút vào do đó giảm lượng khí ở giai đoạn hòa trộn.

c. Làm mát khí nạp:

Làm mát khí nạp nhằm giảm nhiệt độ cao nhất của xylanh bằng cách giảm nhiệt độ của nó trước quá trình cháy. Holtbecker và Geist (1998) cho thấy rằng, với mỗi 3% sự giảm nhiệt độ xylanh, lượng NO_x có thể giảm khoảng 1% với động cơ Sulzer RTA84C. Sencic (2010) đã phát triển mẫu CFD (nghiên cứu động lực chất lỏng bằng máy điện toán) để mô phỏng sự giảm khí thải NO_x với sự giảm nhiệt độ khí nạp.

d. Phun nước:

Có 3 dạng có thể sử dụng là dạng nhũ tương nhiên liệu và nước, phun nước trực tiếp và tạo độ ẩm. Bằng cách tăng lượng nước trong buồng đốt sẽ giảm sự hình thành NO_x do giảm nhiệt khí cháy trong xylanh (do nước hấp thụ nhiệt tốt hơn khí), và giảm nồng độ oxi. Sự ảnh hưởng của nước đến giảm lượng NO_x phụ thuộc vào kiểu loại động cơ, nhưng thường 1% lượng nước sẽ giảm 1% lượng NO_x Woodyard (2009)

e. Tuần hoàn khí xả (ERG)

Việc tuần hoàn khí xả sẽ làm giảm nhiệt độ cháy do đó làm giảm lượng khí thải NO_x , bằng cách tuần hoàn khí xả vào khí nạp sẽ làm giảm sự hình thành NO_x do sự tăng nhiệt dung riêng của khí trong xylanh và giảm nồng độ oxi. Holtbecker và Geist (1998) thực nghiệm trên động cơ 4RTX54 và thu được kết quả giảm 22% NO_x với 6% ERG.

4.2 Phương pháp thứ hai:

Phương pháp thứ hai được sử dụng nhiều nhất trên động cơ tàu thủy là SCR - hệ thống xử lý khí thải chọn lọc xúc tác. SCR thực hiện hòa trộn amoniac với khí xả qua chất xúc tác. Amoniac thường được sử dụng như một giải pháp cho ure trong nước. Để tránh thiệt hại sớm của hệ thống, phương pháp này thường được sử dụng với nhiên liệu có nồng độ lưu huỳnh thấp.

Theo MAN B&W (1997) và Wartsila(2002), động cơ sử dụng SCR có thể loại bỏ 90% NO_x .

Kết luận

Khí thải NO_x vẫn sẽ là vấn đề lớn trong tương lai. Mỗi quốc gia nên đưa ra những điều luật để giảm thiểu lượng NO_x cũng như ảnh hưởng của nó đến con người và môi trường. Khí NO_x được sinh ra do nhiệt độ cao trong xylanh, tuy nhiên, trong thực tế rất khó để giảm nhiệt độ xylanh. Do đó giải pháp tối ưu hơn là loại bỏ NO_x khỏi khí xả qua các quá trình hóa học phức tạp.

Mỗi phương pháp loại bỏ, giảm thiểu NO_x đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng. Phương pháp giảm chất xúc tác được lựa chọn (SCR) đạt hiệu quả nhất để giảm lượng NO_x . Mặc dù vậy, trên tàu thủy phương pháp giảm thải NO_x tối ưu nhất được áp dụng là "hệ thống tuần hoàn khí xả" và "bổ sung nước" do giá thành thấp hơn, đơn giản và gọn nhẹ.

Tài liệu tham khảo:

[1]Strategies for NO_x reduction in heavy duty engines. (2001) Al-Sened, Karimi.

[2]Exhaust emission reduction technology for Sulzer Marine Diesel Engines. (1998) Holtbecker, Geist.

[3]Exhaust gas recirculation (ERG) and NO_x measurement. (1017) Cambustion

[4]United states environmental protection agency. (2008)

TÌM HIỂU VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG PHẦN MỀM DIESEL RK TRONG GIẢNG DẠY VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

EVALUATING THE APPLICABILITY OF DIESEL RK SOFTWARE FOR TEACHING AND RESEARCH

ThS. Phạm Văn Việt
Bộ môn Máy tàu thủy, Khoa Máy tàu biển
SV: Trần Tuấn Việt, Bùi Đỗ Hoàng
Lớp MTT56ĐH, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Tóm tắt

Ứng dụng công nghệ thông tin và các kỹ thuật mô phỏng vào giảng dạy, nghiên cứu khoa học trong các chuyên ngành về động cơ là một biện pháp hiệu quả để nâng cao chất lượng đào tạo và NCKH. Hiện nay có rất nhiều phần mềm có thể ứng dụng được để thực hiện các chức năng tính toán và mô phỏng quá trình nhiệt động học trong động cơ diesel tàu thủy. Bài báo này tập trung tìm hiểu và đánh giá khả năng ứng dụng của phần mềm Diesel RK vào công tác đào tạo và nghiên cứu tại trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

Từ khóa: Phần mềm Diesel RK, mô phỏng nhiệt động học, động cơ đốt trong, giảng dạy, NCKH.

Abstract

The application of information technology and simulation techniques for teaching and research in the field of marine engines is an effective way to improve the quality of training and scientific research. Nowadays, there are many softwares that can be used to perform the functions of calculating and simulating the thermodynamic process in marine diesel engines. This paper focuses on studying and evaluating the applicability of Diesel RK software to training and research at Vietnam Maritime University.

Key words: Diesel RK software, simulating the thermodynamic process, internal combustion engines, teaching, scientific research.

Đặt vấn đề

Các trung tâm nghiên cứu động cơ đốt trong trên thế giới hiện nay đã tập trung nghiên cứu phát triển các phần mềm cho phép giải quyết các bài toán mô phỏng, hoàn thiện chu trình công tác của động cơ, trước hết là giải quyết các vấn đề liên quan đến tổ chức hợp lý quá trình tạo hỗn hợp và cháy trong động cơ diesel. Nhu cầu về một phần mềm như vậy rất lớn, trong khi đó giá các phần mềm của các hãng nổi tiếng Boost (AVL), Wave (Ricardo), GT-Power (Gamma Technologies) rất cao, có thể tới hàng trăm nghìn USD. Tuy nhiên, các phần mềm nói trên không cho phép nghiên cứu chi tiết ảnh hưởng của hình dáng buồng cháy, hướng chùm tia phun và các đặc điểm khác của quá trình tạo hỗn hợp tới chất lượng quá trình cháy [1]. Để giải quyết các vấn đề liệt kê ở trên, cần phải sử dụng công nghệ mô phỏng 3D Computational Fluid Dynamic (CFD) [2]. Các chương trình như KIVA (Los Alamos), FIRE (AVL), STAR-CD (Computational Dynamics), VECTIS (Ricardo) đòi hỏi cấu hình máy tính rất mạnh (thông thường là các máy chủ) nên rất khó áp dụng vào giảng dạy và nghiên cứu khoa học tại các cơ sở đào tạo, đặc biệt là các trường đại học trong nước.

Trong khi đó, Diesel-RK là phần mềm tính toán động cơ đốt trong do các chuyên gia và các nhà khoa học hàng đầu của Đại học Kỹ thuật Bauman (Liên Bang Nga) phát triển và đã được nhiều cơ sở chuyên nghiên cứu phát triển, sản xuất động cơ sử dụng [3]. Mô hình nhiệt động học sử dụng trong phần mềm Diesel-RK là mô hình cháy đa vùng dựa trên mô hình tạo hỗn hợp và cháy của tác giả Razleisev, được Kuleshov bổ sung và phát triển (được gọi là mô hình Razleisev-Kuleshov hay mô hình RK) [4]. Mô hình RK đã xét đến các thông số ảnh hưởng đến quá trình tạo hỗn hợp và cháy trong động cơ diesel, bao gồm: quy luật cung cấp nhiên liệu, hình dạng buồng cháy, hình dạng và phân bố tia phun, dạng và cường độ vận động rối trong xilanh, sự va chạm của tia phun với bề mặt buồng cháy, sự tương tác giữa các tia phun liên kề [1]. Chính vì vậy, Diesel-RK cho phép dự báo chính xác động học quá trình cháy và hình thành các chất phát thải của động cơ diesel khi thay đổi các thông số nói trên, đánh giá và phân tích được các chỉ tiêu kỹ thuật và kinh tế của động cơ [4]. Đây cũng là điều mà một số phần mềm khác thường dùng để tính toán chu trình công tác cho động cơ diesel chưa đề cập. Do đó, việc nghiên cứu ứng dụng phần mềm Diesel-RK vào công tác giảng dạy và nghiên cứu động cơ diesel tàu thủy là hết sức thiết thực và có nhiều ý nghĩa.

Phần mềm Diesel RK

Lịch sử hình thành và phát triển của phần mềm

Dự án xây dựng phần mềm DIESEL-RK được bắt đầu vào năm 1981 tại phòng nghiên cứu về động cơ đốt trong của Đại học kỹ thuật quốc gia Bauman (Nga). Ngay từ đầu, phần mềm được viết ra nhằm mục đích phục vụ cho nghiên cứu tối ưu hóa quá trình hòa trộn và cháy của động cơ đốt trong tại các cơ sở nghiên cứu về động cơ tại Nga. Tiếp theo đó, với sự hỗ trợ của các giáo sư đến từ các viện nghiên cứu và đội ngũ phát triển tại một số cơ sở sản xuất động cơ mà thuật toán và độ tin cậy của phần mềm đã được nâng cấp và tối ưu hơn theo từng phiên bản [11].

Phiên bản phần mềm đầu tiên với giao diện và các hàm tối ưu đa chức năng được phát hành vào năm 1991 với sự hỗ trợ tài chính của A.Surin [11]. Tại thời điểm đó, đây là phần mềm DIESEL đầu tiên được sử dụng trong các nhà sản xuất động cơ hàng đầu của Nga vì giao diện và sự tiện lợi của nó với mô hình cháy hiện đại.

Trong giai đoạn 1993-1994 với code tính toán mới về sự hình thành hỗn hợp và đốt trong động cơ diesel, được phát triển bởi giáo sư của Viện Bách khoa Kharkov N.Razleytsev, một phiên bản mới được phát triển và ban hành là phần mềm DIESEL-4t cho động cơ 4 kỳ và DIESEL-2t cho động cơ hai kỳ. Tại thời điểm đó phần mềm chạy dưới định dạng là một ứng dụng DOS, các chương trình tính được hiển thị trên giao diện cửa sổ Window. Để mô phỏng trực quan quá trình hình thành hỗn hợp và cháy trong động cơ diesel, code mô phỏng phun nhiên liệu được bổ sung vào gói phần mềm DIESEL-4t. Vào cuối những năm 90, người dùng có thể truy cập phần mềm từ xa thông qua kết nối INTERNET. Từ năm 2000, phần mềm này không chỉ được chính thức sử dụng trong đào tạo và nghiên cứu tại khoa động cơ đốt trong của Đại học Bauman mà còn được sử dụng rộng rãi trong các cơ sở sản xuất động cơ tại Nga [10].

Năm 2002 đã bắt đầu phát triển phần mềm DIESEL-RK theo giao diện Window NT. Phần mềm tiếp tục được nâng cấp đáng kể như tích hợp thêm code tính toán lượng phát thải độc hại khi động cơ sử dụng hệ thống EGR, code tính toán đặc tính phun đa pha, cung cấp và mở rộng thêm khả năng tính toán hiệu suất động cơ diesel.

Đến năm 2004 phiên bản đầu tiên của phần mềm DIESEL-RK đã được phát hành. Phần mềm đã tối ưu hóa với đa mục đích sử dụng nhằm đảm bảo hiệu quả tính toán và mô phỏng để đáp ứng các xu hướng phát triển của động cơ. Trong quá trình phát triển, nhóm nghiên cứu đã sử dụng các mô hình toán tiên tiến về quá trình cháy trong động cơ diesel. Trong phiên bản phần mềm hiện tại - mô hình RK, có tính đến các đặc tính phun cụ thể và độ mịn của chùm tia phun nhiên liệu, động lực học của quá trình phun nhiên liệu, sự tương tác của chùm tia phun với xoáy khí và vách buồng cháy cũng như hướng chùm tia phun trong buồng cháy. Mô hình tính đề cập tới các điều kiện của từng giai đoạn phát triển chùm tia phun nhiên liệu, đã xét đến giai đoạn hình thành màng nhiên liệu lỏng trên vách và sự tương tác của chúng với vách. Tính toán phát thải NOx được thực hiện bằng các kỹ thuật mới nhất: với sơ đồ Zeldovich và với cơ chế động học phức tạp [11].

Phần mềm này bao gồm code về "*Hình ảnh chùm tia phun nhiên liệu*". Code này cho phép người dùng quan sát dạng hình ảnh để phân tích hình ảnh động của quá trình phát triển chùm tia phun nhiên liệu, sự tương tác của chúng với đỉnh piston cũng như với xoáy và giữa chúng. Code này rất hữu ích trong việc thiết kế hình dạng đỉnh piston và lựa chọn đường kính, số lượng và điều khiển vòi phun nhằm đáp ứng một đặc tính cung cấp nhiên liệu và cường độ xoáy cụ thể.

Các tính năng của phần mềm

DIESEL-RK là một phần mềm mô phỏng chu trình nhiệt động của động cơ tương đối hoàn thiện. Phần mềm được thiết kế để mô phỏng và tối ưu hóa các quá trình làm việc của động cơ đốt trong hai kỳ và bốn kỳ có tăng áp. Phần mềm có thể mô phỏng được mô hình của các loại động cơ sau:

- Động cơ diesel DI, bao gồm PCCI và cả động cơ sử dụng nhiên liệu sinh học;
- Động cơ xăng SI;
- Động cơ khí SI bao gồm hệ thống buồng cháy trước, các động cơ có thể sử dụng các loại khí khác nhau: Mêtan, Prôban-Butan, khí sinh học, khí đốt tổng hợp,...;
- Động cơ hai kỳ quét vòng đảo chiều hoặc không đảo chiều, động cơ piston đối đỉnh (động cơ OP hoặc Junkers) và động cơ OPOC;
- Động cơ lưỡng nhiên liệu (động cơ có hệ thống phun nhiên liệu độc lập cho các loại nhiên liệu khác nhau). (Động cơ với RCCI).

DIESEL-RK là một phần mềm tính toán nghiệm nhiệt và động lực học cho động cơ đốt trong có độ tin cậy cao. Phần mềm này đáp ứng được các mức yêu cầu khác nhau trong thiết kế và kiểm nghiệm đánh giá. Nó được sử dụng để thực hiện các chức năng sau:

- Dự đoán và tối ưu hóa về mức độ tiêu thụ nhiên liệu;
- Xác định và dự đoán được mô-men xoắn và hiệu suất động cơ;
- Phân tích quá trình cháy và hình thành phát thải trên cả các động cơ PCCI / HCCI;
- Phân tích sự hình thành hỗn hợp và quá trình cháy của động cơ lưỡng nhiên liệu;
- Dự đoán được hiện tượng kích nổ;
- Tối ưu hóa thời gian đóng mở của xupap, bao gồm tối ưu hóa VVA cho mọi chế độ khai thác;

- Phân tích và tối ưu hóa quá trình tuần hoàn khí xả (EGR);
- Tối ưu hóa kết hợp giữa tua-bin tăng áp và khí thải của động cơ;
- Chuyển đổi động cơ diesel thành động cơ khí;
- Tích hợp với các công cụ mô hình hóa khác: Simulink, IOSO NM,... Bộ code DIESEL-RK có thể chạy dưới sự điều khiển của các ứng dụng khác.

Phần mềm DIESEL-RK có các tính năng chính tương tự như các chương trình đã biết: WAVE (phần mềm của hãng Ricardo), GT-Power (của Gamma Technologies) và BOOST (của AVL). Bên cạnh đó phần mềm DIESEL-RK có thêm các tính năng nâng cao mới:

- RK-model: là mô hình hỗn hợp nhiên liệu/không khí và mô hình cháy đa vùng;
- Có khả năng hiển thị dạng chùm tia phun nhiên liệu (ở dạng 3D đơn giản và nâng cao);
- Tối ưu hóa được nhiều tham số của động cơ. Có khả năng tính toán, kiểm tra và hiển thị

kết quả về đặc tính phát thải như NO_x, Soot và SFC. Người dùng tiến hành thiết lập chương trình chạy, file dữ liệu sẽ được xuất dưới dạng DLL và liên kết trực tuyến với máy chủ của trung tâm DIESEL-RK;

- Các mô hình nghiên cứu với các tham số mô tả dưới dạng 1D và 2D;
- Mô tả đầy đủ cơ chế hình thành NO (199 phản ứng, 33 chất) được thực hiện cho PCCI với hệ thống phun nhiên liệu đa điểm và có dùng hệ thống EGR;
- DIESEL-RK cũng hỗ trợ mô phỏng quá trình phun nước và tính toán sự ngưng tụ, bay hơi của H₂O trong ống góp hơi và xi lanh.

Mô hình RK mô phỏng sự hình thành hỗn hợp và quá trình cháy có tính đến:

- Hình dạng đỉnh Piston: bất kỳ hình dạng hình học nào đã được xác định và lưu vào cơ sở dữ liệu đỉnh piston, bao gồm những dạng hình học phổ biến nhất;
- Xét tới các mức cường độ xoáy khác nhau trong buồng cháy;
- Các vị trí phun được xét: trung tâm, ngoài trung tâm, rìa buồng cháy, đa vòi phun;
- Số lượng, đường kính và hướng của vòi phun;
- Đặc tính nhiên liệu, bao gồm nhiên liệu sinh học và hỗn hợp nhiên liệu sinh học với dầu diesel (cơ sở dữ liệu của nhiên liệu được hỗ trợ);

- Hình dạng của chùm tia phun và PCCI; Tối ưu hóa hình dạng chùm tia phun; Tối ưu hóa về các khả năng phun;

- Thành phần hóa học của hỗn hợp được tính toán ở giai đoạn chậm cháy (để dự đoán thời gian chậm cháy của nhiên liệu) cho động cơ PCCI sử dụng nhiên liệu diesel và nhiên liệu sinh học.

Mô hình RK có thể mô tả diễn biến áp suất cao CR trên đường cháy trễ;

- Nhiệt độ cháy thấp được mô hình hóa ở PCCI và HCCI;
- Tương tác của chùm tia phun lên thành vách và bên trong xylanh;
- Nhiệt độ cục bộ của vách tại khu vực bắt đầu phun với vách.

Mô hình RK có khả năng tối ưu hóa hình dạng đỉnh piston và thông số hệ thống phun nhiên liệu (hướng phun, đường kính và số lỗ phun) cũng như phát triển kỹ thuật phun đa điểm và thuật toán điều khiển Common Rail trong toàn bộ các chế độ khai thác.

DIESEL-RK bao gồm Code "*Fuel Spray Visualization*". Code này cho phép trình bày kết quả mô phỏng dưới dạng ảnh động, kết quả mô hình hóa sự tương tác giữa chùm tia phun nhiên liệu với vách buồng cháy, mức độ xoáy lốc và vùng phun lân cận. Code hỗ trợ trong việc lựa chọn hình dạng tốt nhất của đỉnh piston và chọn đường kính, số lượng lỗ vòi phun, hướng và góc của tia phun tại một thời điểm và ở mức cường độ xoáy nhất định. Kết quả mô phỏng có thể được lưu dưới dạng định dạng đa phương tiện của Windows, AVI hoặc dạng ảnh động GIF. Hình ảnh thu được có thể bao gồm cả hình phẳng hoặc 3D.

Cơ sở lý thuyết xây dựng các mô hình tính của phần mềm

Để xây dựng phần mềm, nhóm nghiên cứu của Diesel RK đã xây dựng và phát triển các mô hình tính toán của các nhà khoa học và nghiên cứu đi trước đó.

Mô hình toán học chính của phần mềm là mô phỏng quá trình công tác của động cơ, mô hình này được phát triển trên cơ sở các kết quả nghiên cứu của GS A. Kuleshov: Mô phỏng và tối ưu hóa quá trình công tác của động cơ đốt trong [?].

Các thông số công tác của khí thể trong buồng cháy động cơ được xác định bằng cách giải hệ phương trình vi phân riêng phần của năng lượng, khối lượng và phương trình trạng thái cho các hệ thống nhiệt động lực học mở.

Mô hình cháy đa vùng được sử dụng để tính toán quá trình cháy trong động cơ xăng và khí. Tốc độ tỏa nhiệt được tính theo phương pháp Wiebe.

Sự hình thành hỗn hợp và quá trình cháy trong động cơ diesel được mô phỏng bằng mô hình RK. Phương pháp mô phỏng mô hình RK được phát triển bởi Giáo sư Razleytsev vào năm 1990-1994. Sau này, phương pháp đã được sửa đổi và bổ sung bởi Tiến sĩ Kuleshov. Mô hình RK sẽ tính đến:

- Hình dạng của chùm tia phun (bao gồm cả hệ thống phun đa vòi phun);
- Kích thước hạt nhiên liệu;
- Hướng của chùm tia phun trong buồng cháy;
- Động lực học quá trình phát triển và phân rã của chùm tia phun nhiên liệu;
- Động lực học và hình dạng của xoáy lốc trong buồng cháy;
- Tương tác của hạt nhiên liệu với xoáy lốc và thành vách buồng cháy.

Tính toán phát thải NO được thực hiện theo hai cách:

- Mô hình được phát triển bởi Giáo sư Zvonov với việc sử dụng cơ chế Zeldovich trên cơ sở cân bằng hóa học của 18 chất khí xét vớid động cơ diesel thông thường.

- Mô hình DKM xét đến 199 phản ứng với 33 chất để dự đoán chính xác phát thải NO trong động cơ với EGR, hệ thống đa vòi phun và động cơ HCCI. DKM chỉ hỗ trợ cho phiên bản DIESEL-RK tại Nga.

Mô hình phát thải Soot được phát triển bởi Giáo sư Razleytsev.

Mô hình trao đổi khí có xét đến dòng khí không ổn định trên đường nạp và xả, dạng thiết kế của xupap, ảnh hưởng của các xi lanh lân cận và thiết kế bộ chuyển đổi xung. Mô hình bầu góp khí nạp ở động cơ hai kỳ bao gồm mức độ hòa trộn hoàn toàn, dung tích hòa trộn tối ưu và thời gian đóng mở các cửa nạp. Nó cho phép tối ưu hóa thời gian trao đổi khí của các xupap và dạng kết cấu tối ưu của các cửa nạp và xả của động cơ hai kỳ.

Truyền nhiệt được mô phỏng riêng cho các bề mặt khác nhau. Nhiệt độ bề mặt được xác định bởi kết quả giải các phương trình truyền nhiệt. Hệ số truyền nhiệt khí trong xilanh được xác định bằng công thức của Woschni.

Khả năng ứng dụng phần mềm trong giảng dạy và NCKH

Các ứng dụng chính của phần mềm

Các tính năng chính của phần mềm DIESEL-RK tương tự như các phần mềm nhiệt động lực học đã biết. Tuy nhiên, cùng với các tính năng phổ biến, DIESEL-RK có các ứng dụng tiên tiến mới mà các chương trình khác không có. DIESEL-RK định hướng tối ưu hóa quá trình cháy trong động cơ diesel và phân tích và tối ưu hóa ICE. Giải định sự làm việc giống nhau của tất cả các xilanh trong động cơ cho phép tăng đáng kể tốc độ hoạt động và làm cho nó có thể giải quyết tối ưu hóa các nhiệm vụ phức tạp về động cơ diesel.

Phần mềm có thể ứng dụng để giải quyết các bài toán và vấn đề trong động cơ diesel nói riêng và động cơ đốt trong nói chung:

- Dự đoán đồ thị mô-men xoắn và hiệu suất động cơ;
- Dự đoán và tối ưu hóa mức tiêu thụ nhiên liệu;
- Phân tích và tối ưu hóa quá trình cháy và phát thải;
- Dự đoán kích nổ;
- Tối ưu hóa thời gian làm việc của xupap;
- Phân tích và tối ưu hóa hệ thống EGR;
- Tối ưu hóa kết hợp giữa tua-bin tăng áp và lượng khí thải;
- Nghiên cứu và tối ưu hóa đặc tính chùm tia phun nhiên liệu của cả hệ thống đa vòi phun gồm hình dạng tia phun và vị trí phun cũng như tối ưu hóa hình dạng đỉnh piston;
- Chuyển đổi động cơ diesel thành động cơ sử dụng khí;
- Phân tích động cơ sử dụng lưỡng nhiên liệu.

Tốc độ xử lý dữ liệu nhanh đã cho phép DIESEL-RK giải quyết tốt các nhiệm vụ tối ưu hóa, bao gồm tối ưu hóa hình dạng đỉnh piston và hệ thống phun nhiên liệu để đạt được mức phát thải NO và khói thấp.

Các nghiên cứu tính toán đối với sự tối ưu hóa có thể được thực hiện rất nhanh mà chi phí nhỏ. Phần mềm không yêu cầu máy tính có cấu hình mạnh.

Sau khi kết thúc tính toán, dữ liệu về quá trình phun nhiên liệu bao gồm sự hòa trộn chúng được trình bày dưới dạng hình ảnh. Nó cho phép từng bước kiểm tra thiết kế để tối ưu hóa đỉnh piston và vòi phun để đạt được điều kiện tối ưu trong quá trình phun nhiên liệu và giảm tối thiểu tổn thất do sự va đập giữa những dòng nhiên liệu được phun tự do vào vách xilanh.

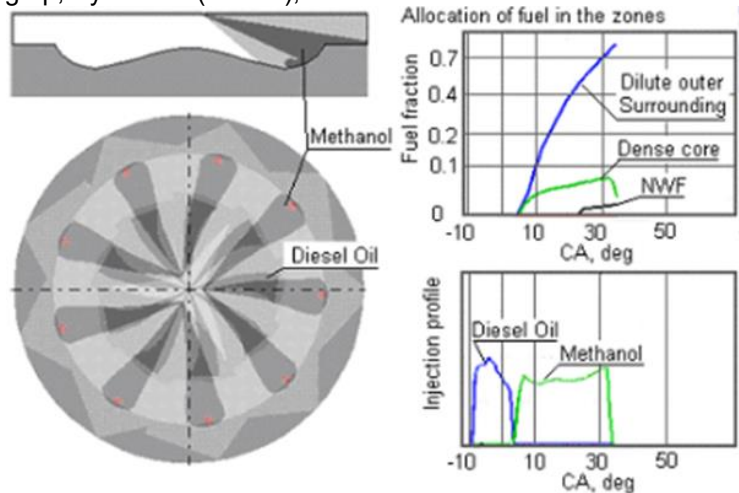
Một số kết quả nghiên cứu ứng dụng phần mềm Diesel RK

Mô phỏng động cơ diesel trung tốc có hai hệ thống cấp nhiên liệu độc lập:

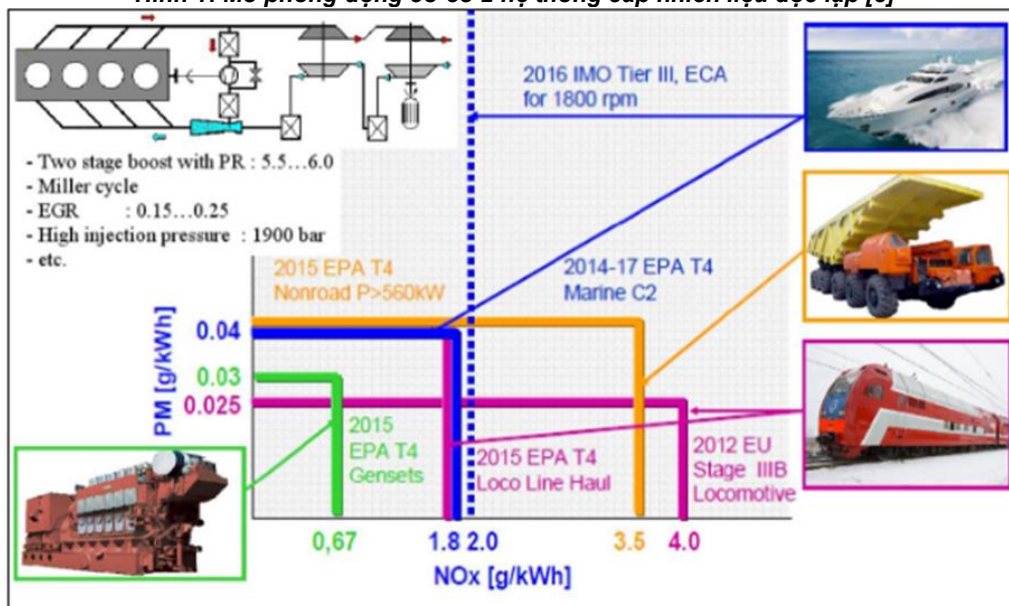
Metanol là nhiên liệu chính và được cấp vào trong buồng cháy động cơ bởi hệ thống B (Hình 1), nó được đốt cháy bằng cách đốt cháy nhiên liệu mới là dầu diesel được cung cấp bởi hệ thống A [8].

Tối ưu hóa các thông số động cơ diesel trung tốc để đáp ứng các quy định của EU II giai đoạn IIIB [1] : Nghiên cứu này tập trung tối ưu hóa các thông số:

Thời gian của xupap nạp (chu trình Miller); Số lỗ phun, đường kính và hướng phun; EGR (tính toán kích thước vòi phun Venturi và công cho trực dẫn động bơm của EGR); Áp suất phun; Hình dạng phun; Tăng áp; Tỷ số nén (Hình 2);



Hình 1: Mô phỏng động cơ có 2 hệ thống cấp nhiên liệu độc lập [8]



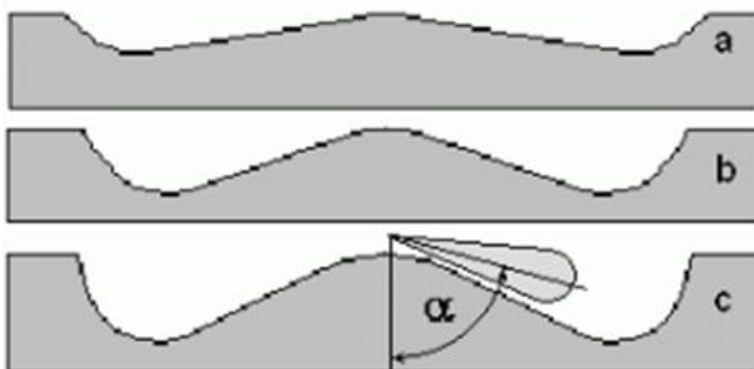
Hình 2: Tối ưu hóa các thông số động cơ để đáp ứng các tiêu chuẩn mới [1]

Nghiên cứu tối ưu hình dạng đỉnh piston và góc phun trên động cơ diesel trên tàu hỏa [4]:

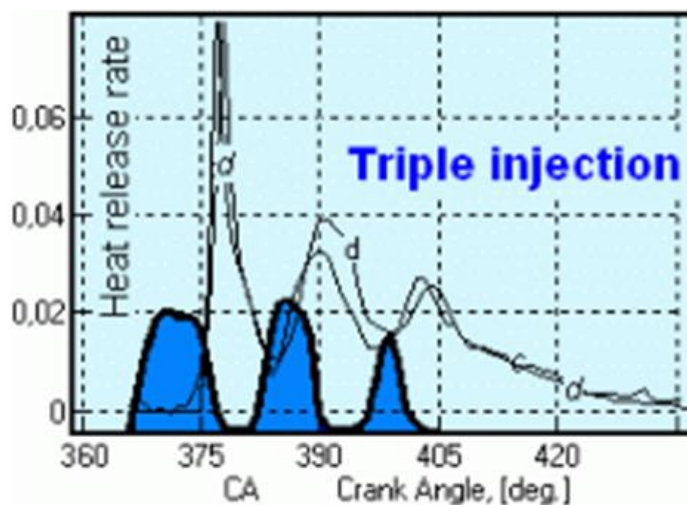
Nghiên cứu tính toán và tối ưu hóa hướng vòi phun với các dạng đỉnh piston khác nhau. Phân tích sự phát triển của chùm tia phun nhiên liệu khi tương tác với vách buồng cháy ở chế độ tải bộ phận và tải toàn bộ. Nghiên cứu đã đưa ra các kết luận về ảnh hưởng của hình dạng đỉnh piston đến BMEP (Hình 3).

Mô phỏng sự hình thành hỗn hợp, sự cháy và phát thải NO trong động cơ diesel trên xe tải với các hình thức phun khác nhau [3]:

Nghiên cứu đã mô phỏng được sự hình thành hỗn hợp, sự cháy và phát thải NO trong động cơ diesel một xilanh được trang bị hệ thống phun nhiên liệu Common Rail thông qua các kết quả thực nghiệm thu được (Hình 4).



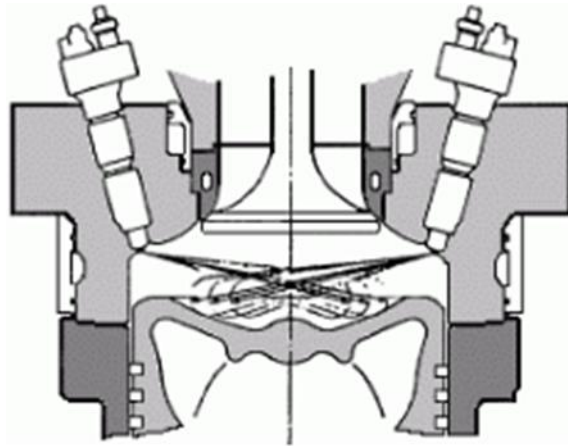
Hình 3: Tối ưu hóa dạng đỉnh piston và góc phun nhiên liệu [4]



Hình 4: Tốc độ tỏa nhiệt của động cơ sử dụng 3 hệ thống phun

Mô phỏng sự hình thành hỗn hợp và sự cháy trong động cơ diesel tàu thủy hai kỳ với hệ thống đa vòi phun phun cạnh buồng cháy [5]:

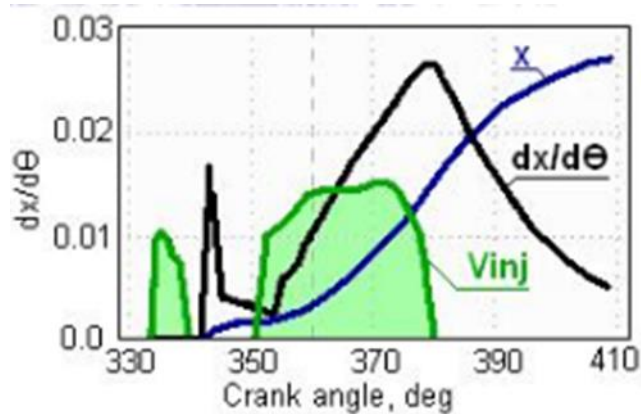
Kết quả nghiên cứu đã mô phỏng được sự hình thành hỗn hợp, phân phối nhiên liệu và quá trình cháy trong buồng cháy của động cơ diesel tàu thủy thấp tốc. Các hình thức phun xuyên nhiên liệu (trong không khí xoáy lốc) được tính toán và so sánh với thử nghiệm bằng phần mềm CFD. Nghiên cứu cho thấy khi kết hợp phần mềm Diesel RK với các gói mở rộng của CFD thì mô phỏng hình dạng của chùm tia phun nhiên liệu và quá trình hòa trộn tốt hơn nhờ có đề cập chi tiết đến hình ảnh biến đổi pha của hỗn hợp khí thể công tác trong xilanh (Hình 5).



Hình 5: Mô hình phun nhiên liệu trong động cơ 2 kỳ [5]

Mô phỏng quá trình cháy của động cơ diesel trung tốc có buồng cháy phân cách [8]:

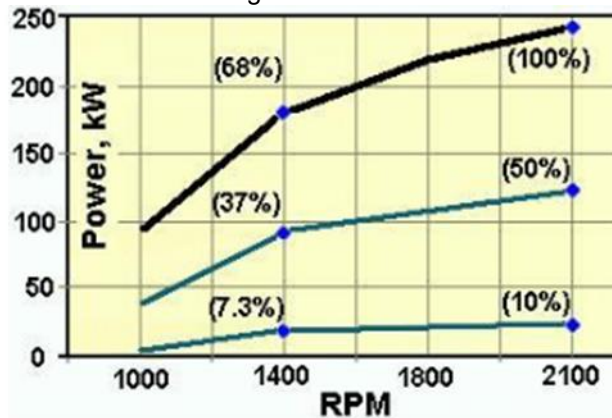
Kết quả nghiên cứu đã mô phỏng được sự hình thành hỗn hợp và quá trình cháy trong buồng cháy của động cơ diesel tàu hỏa trung tốc với các giai đoạn phun kép (Hình 6). Nghiên cứu đã đánh giá và so sánh tốc độ tỏa nhiệt, chuyển vị của piston và lượng cấp nhiên liệu theo góc quay trục khuỷu thu được từ phần mềm và thử nghiệm. Nghiên cứu khẳng định phần mềm có độ chính xác và tính tin cậy tốt khi mô phỏng quá trình cháy của động cơ diesel có buồng cháy phân cách.



Hình 6: Các đồ thị đặc tính động cơ và đặc tính phun nhiên liệu [8]

Mô phỏng động cơ diesel trên toàn dải hoạt động [2]:

Sau khi nâng cấp và hiệu chỉnh mô hình ICE, DIESEL-RK đã mô phỏng chính xác động cơ trên toàn dải hoạt động (Hình 7). Hình ảnh của sự hình thành hỗn hợp và đồ thị tốc độ tỏa nhiệt được trình bày cho các chế độ vận hành khác nhau của: Động cơ diesel cao tốc; Động cơ diesel xe tải YaMZ-238D; Động cơ diesel tàu hỏa trung tốc.



Hình 7: Đặc tính động cơ ở các mức tải khác nhau [2]

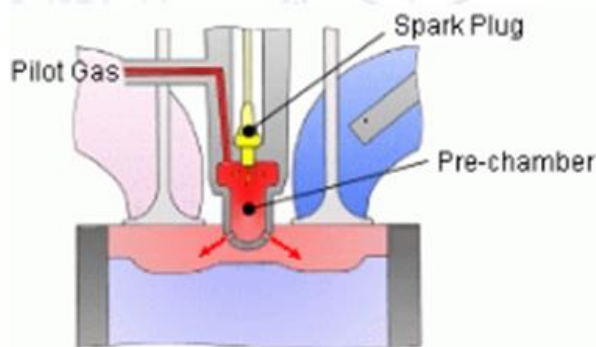
Nghiên cứu bổ sung lượng nhiên liệu trong động cơ sử dụng các hệ thống nhiên liệu chuyển đổi [9]:

Kết quả nghiên cứu đã thể hiện được sự hình thành hỗn hợp ở các điều kiện khác nhau (trước và sau khi chuyển đổi nhiên liệu; trước và sau khi bổ sung thêm nhiên liệu).

Tính toán động cơ có buồng cháy trước (diesel MTU 396 được chuyển đổi để vận hành bằng khí tự nhiên) (Hình 8). Nghiên cứu tính toán, so sánh và đánh giá diễn biến áp suất trong xilanh khi chuyển đổi nhiên liệu lỏng sang khí thông qua dữ liệu thu được từ phần mềm Diesel RK [5].

Nghiên cứu nhằm giảm phát thải của động cơ diesel [11]:

Nghiên cứu các biện pháp giảm mức phát thải NOx của động cơ diesel bằng cách tối ưu hóa hình dạng đỉnh piston, giảm lượng tiêu thụ nhiên liệu, giảm đường kính vòi phun, tăng tỷ số nén,... Kết quả dữ liệu thu được từ phần mềm là cơ sở rất quan trọng để đề xuất các biện pháp giảm phát thải NOx trong thực tế.



Hình 8: Hệ thống cấp lượng nhiên liệu [5]

Tối ưu hóa tính năng động cơ diesel tàu thủy trung tốc để tăng công suất [10]:

Các nghiên cứu tối ưu hóa về suất tiêu hao nhiên liệu đã tăng công suất động cơ lên 25%. Các thông số tối ưu bao gồm góc phun, tuabin tăng áp kép 2 tầng (áp suất cao và áp suất thấp), thay đổi biên dạng cam, hệ thống cấp nhiên liệu common rail,...

Đánh giá khả năng ứng dụng trong giảng dạy và NCKH

Diesel RK là một trong những phần mềm mô phỏng tốt hiện nay về quá trình phun nhiên liệu, hòa trộn hỗn hợp nhiên liệu và không khí, quá trình cháy trong buồng cháy động cơ. Phần mềm có khả năng tối ưu các thông số về hệ thống phun nhiên liệu, kết cấu buồng cháy, hệ thống tuabin tăng áp, hệ thống phân phối khí và phát thải. Kết quả thu được từ phần mềm có độ tin cậy cao, mô tả rất tốt quá trình công tác, đánh giá rất sâu các thông số ảnh hưởng đến các chỉ tiêu kỹ thuật và kinh tế của động cơ. Do đó, phần mềm không chỉ thích hợp cho đào tạo tại các trường đại học mà còn là lựa chọn tốt cho các cơ sở nghiên cứu và thiết kế động cơ đốt trong nói chung và động cơ diesel nói riêng.

Phần mềm Diesel RK hoàn toàn miễn phí cho người dùng, đòi hỏi cấu hình máy tính không cao và tương thích tốt với các môi trường máy tính thông dụng sử dụng được cả Windows và Mac. Bên cạnh đó, toàn bộ dữ liệu tính toán và xử lý được tiến hành trên máy chủ đặt tại Nga thông qua kết nối Internet, điều này mang tới khả năng hỗ trợ rất tốt từ phía các nhà phát triển và chuyên gia khi người sử dụng có bất cứ thắc mắc và phản hồi nào. Do đó, phần mềm rất phù hợp với người sử dụng là sinh viên và giảng viên trong các trường đại học.

Phần mềm có các cổng mở rộng và gói hỗ trợ thêm để phát triển các tính năng mô phỏng nâng cao cho các nhà nghiên cứu và phát triển động cơ. Tuy nhiên, để có thể tương thích và kết nối với các gói về CFD, injection và Chemkin thì người dùng cần phải được sự cho phép của nhà phát triển phần mềm kích hoạt các cổng kết nối mở rộng của Diesel RK.

Kết luận

Phần mềm Diesel RK là một phần mềm khá phù hợp để ứng dụng trong giảng dạy và NCKH về các vấn đề liên quan đến động cơ đốt trong nói chung và động cơ đốt trong tàu thủy nói riêng. Với khả năng tính toán mô phỏng tương đối tốt hầu hết các bài toán về nhiệt động học quá trình hòa trộn và cháy trong xilanh động cơ khi tối ưu được các thông số về đặc tính phun, loại nhiên liệu, hệ thống không khí nạp, tăng áp và kết cấu buồng cháy động cơ. Bên cạnh đó, phần mềm hoàn toàn miễn phí và yêu cầu cấu hình máy tính không cao, do đó dễ dàng triển khai trong giảng dạy cho sinh viên và đáp ứng được các yêu cầu của các nhà nghiên cứu trong nước khi mà các

trường và cơ sở nghiên cứu chưa được tranh bị những công cụ và phần mềm mô phỏng có giá thành cao khác.

Như vậy, việc áp dụng phần mềm Diesel RK vào giảng dạy cho các chuyên ngành có liên quan đến động cơ là thiết thực và có ý nghĩa trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và NCKH của Bộ môn và Khoa.

Tài liệu tham khảo

- [1] Andrey Kuleshov, Leonid Grekhov. *Multidimensional Optimization of DI Diesel Engine Process Using Multi-Zone Fuel Spray Combustion Model and Detailed Chemistry NOx Formation Model*, SAE Paper No 2013-01 -0882. – 2013, 20 p.
- [2] A.S. Kuleshov. *Model for predicting air-fuel mixing, combustion and emissions in DI diesel engines over whole operating range*, SAE Paper No. 2005-01-2119, 2005.
- [3] A.S. Kuleshov. *Use of Multi-Zone DI Diesel Spray Combustion Model for Simulation and Optimization of Performance and Emissions of Engines with Multiple Injection*, SAE Paper No 2006-01-1385, 2006.
- [4] A.S. Kuleshov. *Multi-Zone DI Diesel Spray Combustion Model and its application for Matching the Injector Design with Piston Bowl Shape*, SAE Paper No 2007-01-1908, 2007.
- [5] Leonid Grekhov, Khamid Mahkamov, Andrey Kuleshov. *Optimization of Mixture Formation and Combustion in Two-stroke OP Engine Using Innovative Diesel Spray Combustion Model and Fuel System Simulation Software*, JSAE Paper No: 20159328 SAE Paper No 2015-01 -1859. – 2015, 17 p.
- [6] Kuleshov A.S. *Multi-Zone DI Diesel Spray Combustion Model for Thermodynamic Simulation of Engine with PCCI and High EGR Level*, SAE Tech. Pap. Ser. – 2009. – N 2009-01 -1956. – P. 1 -21.
- [7] Dempsey, A.B., Walker, N.R., Reitz, R. *Effect of Piston Bowl Geometry on Dual Fuel Reactivity Controlled Compression Ignition (RCI) in a Light-Duty Engine Operated with Gasoline/Diesel and Methanol/Diesel*, SAE Technical Paper 2013-01 -0264.
- [8] Andrey Kuleshov, Khamid Mahkamov, Andrey Kozlov, Yury Fadeev. *Simulation of dual-fuel diesel combustion with multi-zone fuel spray combustion model*, ASME 2014 Internal Combustion Engine Division Fall Technical Conference ICEF2014-5700, October 19-22, 2014, Columbus, IN, USA, 14 p.
- [9] Nguyễn Hà Hiệp. *Tính toán, so sánh các chỉ tiêu môi trường của động cơ D1146 trên xe bus khi sử dụng nhiên liệu diesel truyền thống và nhiên liệu thay thế DME*, Tạp chí Khoa học và công nghệ trường Đại học Công nghiệp Hà nội, số 34, 03/2015.
- [10] Nguyễn Hoàng Vũ, Nguyễn Trung Kiên. *Xác định ảnh hưởng của nhiên liệu diesel sinh học B10, B20 đến các chỉ tiêu kinh tế, năng lượng, môi trường của động cơ diesel B2 trên bộ thử AVL-ETC*. Tạp chí Giao thông vận tải, 7/2014.
- [11] <http://www.diesel-rk.bmstu.ru/Eng/index.php?page=Main>.