

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU ẢNH HƯỞNG TIÊU CỰC TỚI ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY KHÍ SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU LƯU HUỖNH THẤP

RESEARCH ON SOME SOLUTIONS TO REDUCE THE NEGATIVE INFLUENCE ON MARINE DIESEL ENGINE USING LOW SULPHUR CONTENT FUEL OIL

TRẦN TIẾN ANH*, NGUYỄN HỮU THỤY

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

*Email liên hệ: anhtt.mtb@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Tổ chức Hàng hải thế giới (IMO) đưa ra quy định bắt buộc cho các tàu hoạt động trên vùng biển quốc tế. Trong đó, Công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm môi trường biển do hoạt động khai thác tàu MARPOL 73/78 quy định trong 6 phụ lục, đặc biệt với các tàu khi chạy trên vùng kiểm soát khí thải (SECA) sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp. Sau năm 2020, tất cả các tàu khai thác trên vùng biển quốc tế phải sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp hơn 0,50% nhằm bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, thực tế khi sử dụng loại nhiên liệu lưu huỳnh thấp sẽ làm ăn mòn nhóm piston-xylanh của động cơ diesel chính tàu thủy và mức độ mài mòn nhóm piston-plunger của bơm cao áp trong hệ thống nhiên liệu. Do vậy, tác giả tiến hành làm rõ các quy định trong phụ lục của MARPOL 73/78 và đề xuất một số giải pháp nhằm giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực này cho động cơ diesel tàu thủy.

Từ khóa: Động cơ diesel tàu thủy, IMO, MARPOL 73/78, nhiên liệu lưu huỳnh thấp, vùng biển đặc biệt.

Abstract

International Maritime Organization (IMO) has been adopted the regulations on ships operational. MARPOL 73/78 has revealed six appendixes. Especially, the regulation on ships sailing Sulphur Emission Control Area (SECA) with low sulphur fuel. After 2020, all ships operate on the international ocean have to use the low sulphur content fuel oil with 0.50% m/m to protect the sea environment. However, the negative influence on piston-cylinder group will increase. So, the author has been conducting on doing research the regulations of MARPOL 73/78 and recommending some methods in aim with decreasing the negative influence on piston-cylinder group of marine diesel engine and fuel oil supply pump.

Keywords: Marine diesel engine, IMO, MARPOL 73/78, low sulphur fuel oil, emission control areas.

1. Giới thiệu

Thành phần lưu huỳnh trong nhiên liệu quyết định đến phát thải hàm lượng SO_x trong khí xả động cơ diesel tàu thủy. Trong quá trình cháy, lưu huỳnh chủ yếu bị ô xi hóa ở nhiệt độ cao thành SO₂. Một lượng khoảng 3 - 5% tiếp tục bị ô xi hóa thành SO₃, chúng được gọi chung là SO_x. Axit H₂SO₄ hình thành khi SO_x tiếp xúc với H₂O được ngưng tụ từ hơi nước ở nhiệt độ thấp gây ăn mòn sơ mi xylanh (ăn mòn điểm sương). Trong bài báo này sẽ đưa ra các phương pháp giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực tới nhóm piston-xylanh do sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp.

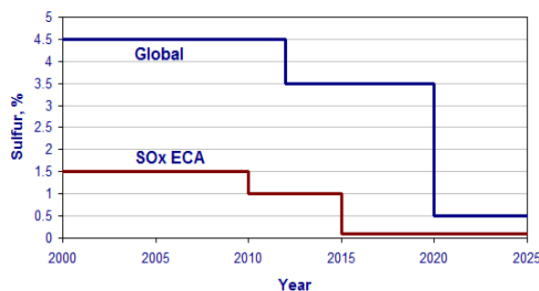
2. Cơ sở pháp lý

2.1. Vùng kiểm soát khí thải

Theo Công ước quốc tế MARPOL 73/78, phụ lục VI có hiệu lực vào ngày 19/5/2005. Điều luật 14 và 18 quy định phương pháp kiểm soát khí thải và vùng kiểm soát khí thải SO_x (SECAs or ECAs) nhằm giảm lượng khí thải SO_x từ tàu thủy cũng như ảnh hưởng của nó đến môi trường bằng cách giảm lượng lưu huỳnh có trong nhiên liệu.

Bảng 1. Giới hạn thành phần lưu huỳnh theo phụ lục VI Công ước Marpol

| Thời gian | Giới hạn của lưu huỳnh trong nhiên liệu (% m/m) | |
|-------------------|---|---------|
| | SO _x ECA | Quốc tế |
| 2000 | 1,5% | 4,5% |
| 2010 | 1,0% | |
| 2012 | | 0,1% |
| 2015 | 0,5% | |
| 2020 ^a | | |



Hình 1. Giới hạn thành phần lưu huỳnh theo phụ lục VI Công ước Marpol

Mặt khác, theo phụ lục VI thành phần lưu huỳnh trong nhiên liệu được sử dụng trên tàu thủy chạy qua các vùng biển kiểm soát khí thải (ECA) cùng với lượng SO_x và thành phần muội (PM). Các giới hạn chi tiết được đề cập trong bảng bên dưới.

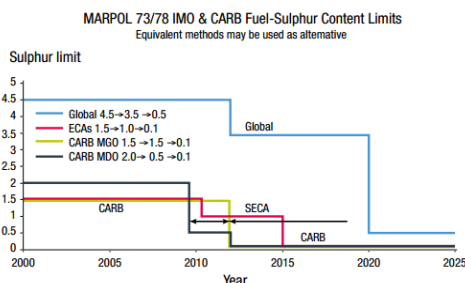
Sau năm 2020 tất cả các tàu đều phải sử dụng nhiên liệu có thành phần lưu huỳnh siêu thấp 0,50% m/m theo quy định mới của MARPOL. Do đó nghiên cứu này có ý nghĩa rất quan trọng với thực tiễn trong khai thác động cơ diesel chính tàu thủy.

2.2. MARPOL 73/78, phụ lục VI (Điều luật 14)

Điều luật của IMO 1974 được sửa đổi vào năm 1978 (MARPOL 73/78) là một trong những quy ước hàng hải quốc tế quan trọng. Điều luật này được đưa ra bởi IMO với sự tham gia thống nhất của nhiều nước nhằm đảm bảo việc phát thải khí xả từ động cơ diesel tàu thủy hiện nay. Sự thay đổi về giới hạn thành phần SO_x trong khí xả và thành phần lưu huỳnh trong nhiên liệu được thể hiện trong bảng dưới đây:

Bảng 2. Kiểm soát thành phần lưu huỳnh trong nhiên liệu [1]

| Thời gian có hiệu lực | Ngoài khu vực kiểm soát khí thải | Khu vực kiểm soát khí thải |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Trước 01/7/2010 | 4,50% | 1,50% |
| Sau 01/7/2010 | ↓ | 1,00% |
| Sau 01/01/2012 | 3,50% | ↓ |
| Sau 01/01/2015 | ↓ | 0,10% |
| Sau 01/01/2020 | 0,50% | ↓ |



Hình 2. Biểu đồ giới hạn thành phần lưu huỳnh trong nhiên liệu trong vùng ECAs [2]

3. Nhiên liệu thành phần lưu huỳnh thấp

Thành phần lưu huỳnh trong nhiên liệu phụ thuộc vào dầu thô và quá trình tinh chế. Trong quá trình cháy, S sẽ kết hợp với O₂ chuyển thành SO_x. Thành phần này gây ăn mòn sơ mi xylanh và cần được trung hòa bởi dầu bôi trơn sơ mi xylanh. Nhiên liệu có thành phần S thấp sẽ gây ảnh hưởng tiêu cực đến đặc tính của nhiên liệu. Bảng 3 dưới đây cho biết mối liên hệ giữa đặc tính nhiên liệu và loại nhiên liệu.

Bảng 3. Mối liên hệ giữa đặc tính nhiên liệu và loại nhiên liệu

| Đặc tính nhiên liệu | Loại nhiên liệu |
|---------------------|-----------------|
| Độ nhớt thấp | MDO |
| Khả năng bôi trơn | MGO/MDO |
| Độ axit | MGO/MDO/HFO |
| Điểm cháy | HGO/MDO/HFO |
| Chất lượng cháy | HFO |
| Hàm lượng Cat-fines | HFO |

Nhiên liệu có thành phần lưu huỳnh thấp đáp ứng điều luật đề cập bên trên gồm có Marine Gas Oil (MGO) loại DMA, DMX hoặc DMZ và nhiên liệu Marine Diesel Oil (MDO) loại DMB theo tiêu chuẩn ISO 8217. Đặc biệt, nhiên liệu có thành phần lưu huỳnh siêu thấp (ULSFO) với thành phần lưu huỳnh không quá 0,10% (m/m). Các đặc tính quan trọng của nhiên liệu được trình bày ở Bảng 4 dưới đây.

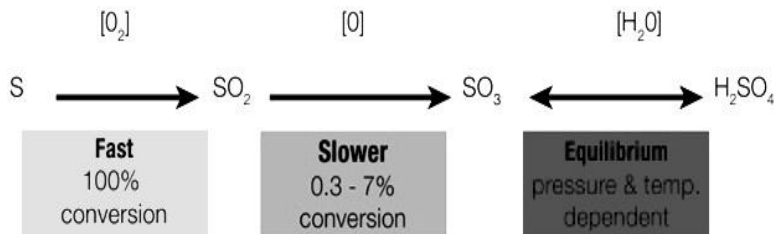
Bảng 4. Các đặc tính chính của nhiên liệu tinh chế theo tiêu chuẩn ISO 8217 (2010) [3]

| Grade | MGO | | | MDO | ULSFO |
|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|--------------------|
| | DMX | DMA | DMZ | DMB | |
| Thành phần lưu huỳnh % (m/m) | max. 1,00 | max. 1,50 | max. 1,50 | max. 2,00 | max. 0,10 |
| Độ nhớt ở 40°C (cSt) | min. 1,40 max. 5,50 | min. 1,50 max. 6,00 | min. 3,00 max. 6,00 | max. 11,0 | min. 40 max. 75 |
| Điểm cháy (°C) | min. 43 | min. 60 | min. 60 | min. 60 | min. 70 |

4. Giải pháp hạn chế ảnh hưởng của việc sử dụng nhiên liệu LSFO

4.1. Sử dụng dầu bôi trơn sơ mi xylanh có chỉ số BN phù hợp

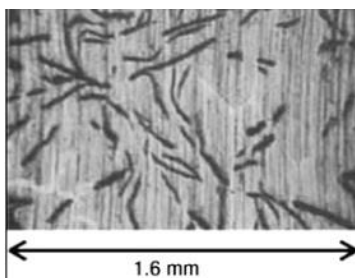
Việc sử dụng nhiên liệu có thành phần lưu huỳnh thấp sẽ hình thành axit sulphuric (H_2SO_4) trong buồng đốt. Quá trình hình thành này được thể hiện trong Hình 3.



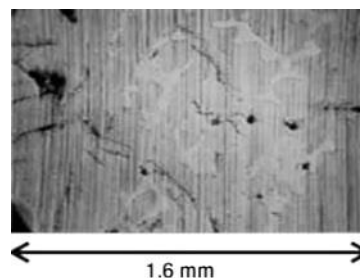
Hình 3. Quá trình chuyển hóa từ lưu huỳnh thành axit sulphuric

Để trung hòa H_2SO_4 , dầu bôi trơn sơ mi xylanh cần có chứa thành phần có tính kiềm là muối canxi. Chỉ số kiềm hay chỉ số kiềm chung (BN hoặc TBN) được dùng để đánh giá khả năng trung hòa axit của dầu bôi trơn.

Chỉ số kiềm hay chỉ số kiềm chung có vai trò rất quan trọng trong việc kiểm soát sự ăn mòn nhóm piston xylanh. Để giảm thiểu sự ăn mòn này, trong quá trình làm việc cần tạo được lớp màng dầu bôi trơn giữa piston và xylanh.



Hình 4. Sơ mi xylanh với dầu bôi trơn BN40



Hình 5. Sơ mi xylanh với dầu bôi trơn BN70

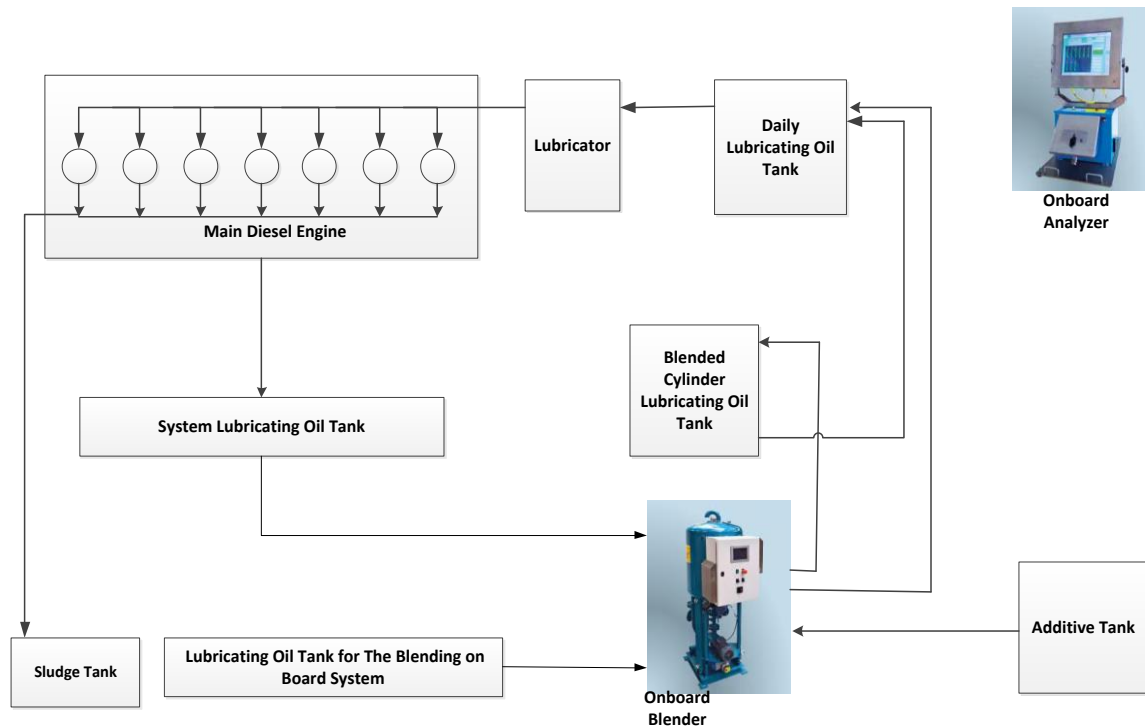
Trên Hình 4 và 5, việc sử dụng dầu bôi trơn với hệ số bazơ khác nhau sẽ thay đổi cấu trúc trên bề mặt sơ mi xylanh. Khi sử dụng dầu bôi trơn có hệ số BN40 sẽ tạo ra cấu trúc trên bề mặt sơ mi xylanh với khả năng trung hòa tốt, trong khi sử dụng dầu bôi trơn có hệ số BN70 tạo ra cấu trúc trên bề mặt sơ mi xylanh với khả năng trung hòa kém hơn.

Do vậy, khi sử dụng nhiên liệu với hàm lượng lưu huỳnh thấp thì ta nên giảm chỉ số BN của dầu bôi trơn sơ mi xylanh chủ yếu để giảm chi phí chất phụ gia.

4.2. Sử dụng hệ thống pha trộn dầu bôi trơn trên tàu

Quá trình hoạt động ổn định của động cơ rất quan trọng đặc biệt khi chạy với nhiên liệu có thành phần lưu huỳnh thấp. Hệ thống OEMs (Original Equipment Manufactures) đã thực hiện thí nghiệm thực tế và đưa ra đề xuất trong việc lựa chọn chỉ số kiềm BN của dầu bôi trơn sơ mi xylanh

theo thành phần lưu huỳnh trong nhiên liệu để đạt hiệu quả trung hòa tối ưu nhất, giảm thiểu sự ăn mòn sơ mi xylanh.

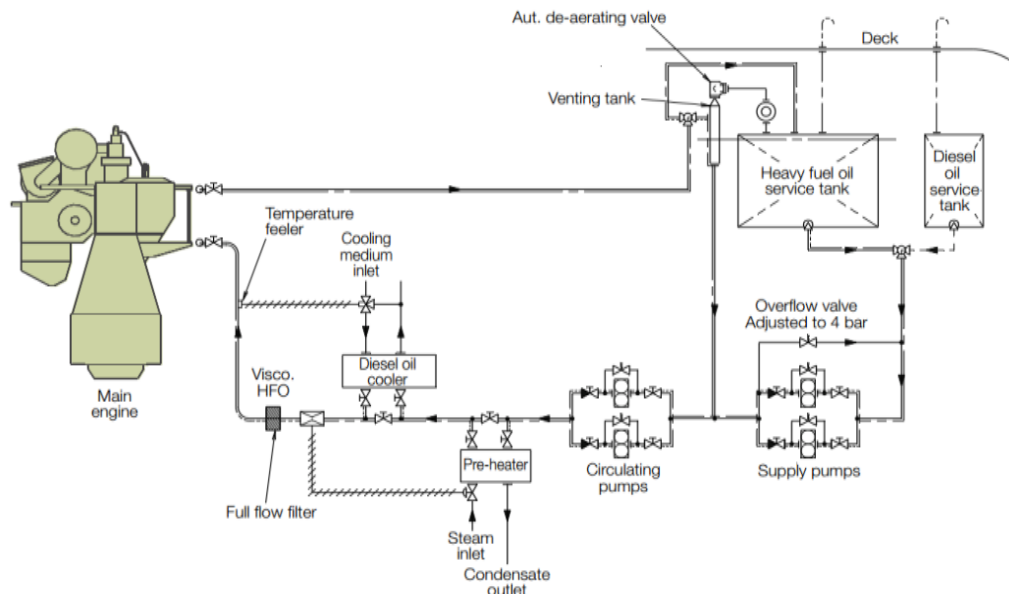


Hình 6. Hệ thống pha trộn giữa dầu bôi trơn sơ mi xylanh với dầu hệ thống

Dầu bôi trơn sơ mi xylanh được pha trộn với dầu bôi trơn trong hệ thống (Hình 6) và được bổ sung phụ gia. Hệ thống này sẽ duy trì lượng dầu bôi trơn cấp vào sơ mi xylanh động cơ tương ứng với chỉ số kiểm hay chỉ số kiểm chung. Đồng thời, sẽ làm giảm lượng tiêu thụ dầu bôi trơn sơ mi xylanh do một phần dầu bôi trơn hệ thống được sử dụng để hòa trộn trong hệ thống này.

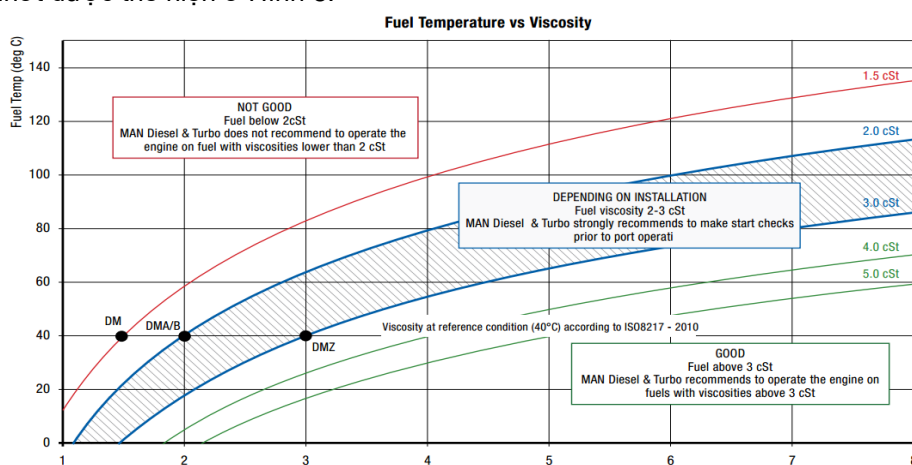
4.3. Trang bị bầu làm mát cho hệ thống nhiên liệu

Độ nhớt của nhiên liệu rất quan trọng đến quá trình cháy cũng như chất lượng cháy của nhiên liệu. Do đó cần đối nhiên liệu cho động cơ khi tàu chạy trong vùng kiểm soát khí thải (ECAs) với dầu có độ nhớt thấp. Do đó, phương pháp tốt nhất là trang bị bầu làm mát cho hệ thống nhiên liệu.



Hình 7. Hệ thống nhiên liệu trang bị bầu làm mát

Việc trang bị bầu làm mát trong hệ thống nhiên liệu là rất cần thiết để duy trì ổn định độ nhớt theo yêu cầu của nhiên liệu. Mặt khác, các đặc tính thủy động lực của nhiên liệu hoàn toàn phụ thuộc vào nhiệt độ và độ nhớt. Ngoài ra, hệ thống nhiên liệu phải đảm bảo nhiên liệu được cấp tới vòi phun và phun vào trong buồng đốt động cơ diesel dưới dạng tơi sương. Mối liên hệ giữa nhiệt độ và độ nhớt được thể hiện ở Hình 8.



Hình 8. Mối liên hệ độ nhớt và nhiệt độ

Trong đồ thị, trục ngang thể hiện độ nhớt của nhiên liệu (cSt). Những giá trị này được thu thập dựa trên báo cáo của các tàu chở hàng. Trong trường hợp nhiệt độ của nhiên liệu MGO (Marine Gas Oil) thấp hơn giá trị so với đường xanh trước khi vào động cơ, độ nhớt của nhiên liệu phải cao hơn 3 cSt.

Thêm vào đó, trong vùng đồ thị gạch đen mờ thể hiện độ nhớt tham khảo của nhiên liệu ở nhiệt độ 40°C theo ISO 8217. Độ nhớt tối thiểu cho các loại nhiên liệu DMX, DMA, DMB và DMZ cũng được thể hiện trên đồ thị.

5. Kết luận

Trong bài báo này, theo quy định mới về đảm bảo an toàn môi trường biển và Công ước MARPOL 73/78 áp dụng cho tất cả các tàu hoạt động trên vùng biển kiểm soát khí thải (ECAs). Đặc biệt, MARPOL 73/78 quy định giới hạn thành phần lưu huỳnh trong nhiên liệu tàu thủy sau năm 2020 là 0,50% m/m. Do đó, phương pháp giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực tới cụm piston-xylanh đã được nghiên cứu trong bài báo có ý nghĩa thực tiễn cao trong quá trình khai thác và vận hành động cơ diesel trên tàu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

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

Ngày nhận bài: 27/3/2019
 Ngày nhận bản sửa: 26/4/2019
 Ngày duyệt đăng: 01/5/2019