

NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU NHũ TƯƠNG ĐỂ GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NO_x TRONG ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY EXPERIMENTAL STUDY THE USE OF EMULSION FUEL TO DECREASE NO_x EMISSION IN MARINE DIESEL ENGINE

ĐẶNG VĂN UY, NGUYỄN HUY HÀO*, NGUYỄN ĐẠI AN

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: nghhao@vamaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu thử nghiệm sử dụng nhiên liệu nhũ tương được tạo thành từ hệ thống đồng thể hóa nước và nhiên liệu diesel cho động cơ diesel tàu thủy, nhằm giảm thiểu phát thải NO_x trong khí thải của động cơ, đáp ứng Phụ lục VI Công ước Marpol 73/78 về bảo vệ môi trường biển của Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO).

Từ khóa: Nhiên liệu nhũ tương, động cơ tàu thủy, phát thải NO_x, Công ước Marpol 73/78, môi trường biển.

Abstract

The paper introduces the experimental research results using emulsion fuel created from the emulsifying system of water and diesel oil on the marine diesel engine to decrease NO_x emission in the exhaust gases satisfying the Annex VI of the International Convention for the Prevention of Pollution from ships Marpol 73/78.

Keywords: Emulsion fuel, marine diesel engine, NO_x emission, Marpol 73/78, marine environment.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, để giảm thiểu hàm lượng khí NO_x trong khí thải động cơ diesel tàu thủy có thể áp dụng một số giải pháp khác nhau như thay đổi quy luật cấp nhiên liệu, hoàn lưu khí thải về đường khí nạp, phun nước dạng sương vào xilanh, sử dụng nhiên liệu nhũ tương, lắp đặt các bộ xúc tác hấp thụ khí thải,... Trong đó, sử dụng nhiên liệu nhũ tương là một trong các giải pháp đang được nghiên cứu thử nghiệm nhằm triển khai ứng dụng cho đội tàu biển Việt Nam. Đã có một số công trình nghiên cứu của các tác giả trong và ngoài nước về sử dụng nhiên liệu nhũ tương cho động cơ diesel như: PGS.TS. Phan Minh Tân, TS. Nguyễn Hữu Tuấn, ThS. Phạm Thanh Truyền, Kannan và cộng sự,... Tuy nhiên

trong tất cả các trường hợp, nhiên liệu nhũ tương đều được chuẩn bị trước và lưu trữ trong két chứa, nhưng với động cơ diesel tàu thủy có mức tiêu thụ nhiên liệu lớn thì điều đó là không phù hợp. Chính vì vậy việc nghiên cứu giải pháp hoà trộn nhiên liệu liên tục (online) là cần thiết. Để sử dụng nhiên liệu nhũ tương cho động cơ, trong hệ thống nhiên liệu truyền thống của động cơ cần thiết kế lắp đặt thêm thiết bị tạo nhiên liệu nhũ tương cung cấp cho động cơ. Các kết quả thử nghiệm trình bày dưới đây được thực hiện trên động cơ diesel tàu thủy Hanshin 6LU32 lắp đặt tại Trung tâm Nghiên cứu hệ động lực thuộc Khoa Máy tàu biển - Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

2. Nội dung chính

2.1. Lựa chọn sơ đồ hệ thống tạo nhiên liệu nhũ tương cho động cơ diesel Hanshin 6LU32

Các thông số kỹ thuật của động cơ Hanshin 6LU32 được thể hiện trong Bảng 1. Sơ đồ hệ thống tạo nhiên liệu nhũ tương cho động cơ Hanshin 6LU32 được mô tả như trên Hình 1: Nhiên liệu từ két trực nhật và nước được đưa vào thiết bị trộn kiểu cánh khuấy (1) tạo ra nhiên liệu tiền nhũ tương với kích thước hạt đạt khoảng 50~100µm; Nhiên liệu từ thiết bị trộn, được bơm (2) cấp vào thiết bị đồng thể hóa (3) với chức năng nghiền cho các hạt nước và nhiên liệu đạt được kích thước 10µm và đảm bảo độ ổn định cao trước khi cấp tới động cơ. Lượng nhiên liệu dư thừa được hồi về thiết bị khuấy để hòa trộn tiếp mà không cần sử dụng thiết bị tách nước.

2.2. Tính toán thiết kế thiết bị trộn liên tục

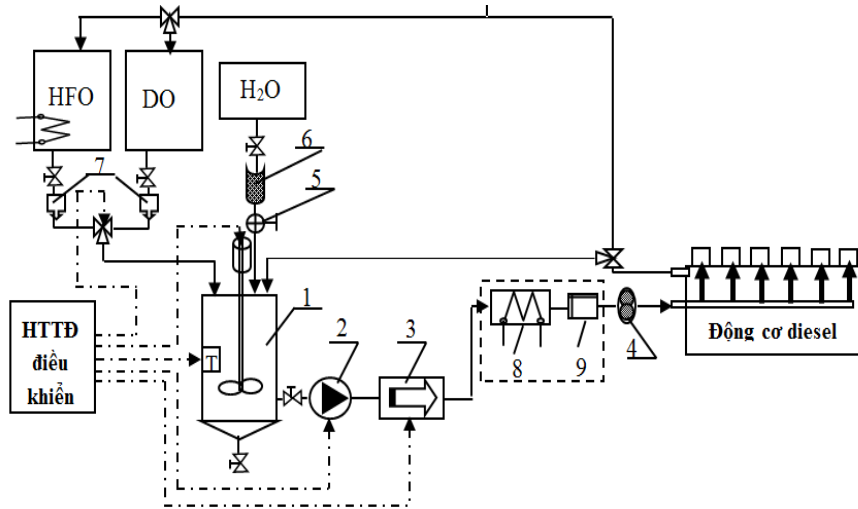
Bộ trộn được thiết kế thử nghiệm cho động cơ Hanshin 6LU32 với các kết quả tính chọn kích thước của bộ hoà trộn được thể hiện trong Bảng 2.

Trên cơ sở các kích thước tính toán trong Bảng 2, thiết bị trộn kiểu cánh khuấy liên tục đã được thiết kế với hình dạng và các kích thước đặc trưng thể hiện trên Hình 2, sản phẩm thiết bị hoà trộn sau khi chế tạo hoàn chỉnh được thể hiện trên Hình 3. Tốc độ khuấy của bộ trộn n = 60v/ph; kích thước hạt 60~70µm.

2.3. Tính toán thiết kế thiết bị đồng thể hóa

Trên cơ sở nghiên cứu, phân tích một số thiết bị đồng thể hoá hiện đang có mặt trên thị trường, nhóm nghiên cứu lựa chọn thiết bị đồng thể hoá kiểu rotor, sơ đồ kết cấu của thiết bị được thể hiện trên Hình 4 và

Hình 5. Stator của thiết bị đồng thể hoá được thiết kế bao gồm 14 rãnh thoát với các kích thước 6×10×12 (mm) và rotor bao gồm 12 rãnh thoát với kích thước 10×10×10 (mm). Rotor được lắp lồng vào trong lòng của stator trên cùng một trục với khe hở cắt là 0,5mm.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống tạo nhiên liệu nhũ tương động cơ Hanshin 6LU32 [1]

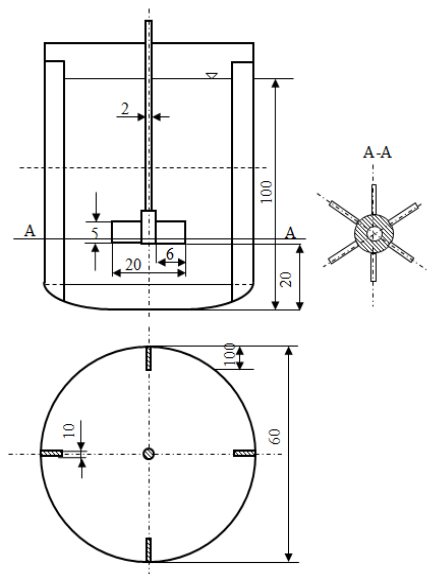
1. Thiết bị trộn kiểu cánh khuấy; 2. Bơm nhiên liệu; 3. Thiết bị đồng thể hóa; 4. Phin lọc; 5. Van chặn; 6. Bầu lọc nước; 7. Lưu lượng kế; 8. Bầu hâm; 9. Nhớt kế.

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của động cơ Hanshin 6LU32 [2]

STT	Các thông số	Giá trị
1	Động cơ Hanshin 6LU32	
2	Số xi lanh	$i = 6$
3	Vòng quay định mức	$n = 340\text{v/phút}$
4	Công suất định mức	$N_e = 1300\text{hp}/970\text{kW}$
5	Đường kính xi lanh	$D = 320\text{mm}$
6	Hành trình piston	$S = 510\text{mm}$
7	Áp suất cháy lớn nhất	$P_z = 90\text{kG/cm}^2$
8	Góc phun sớm	11° gqtk trước ĐCT
9	Suất tiêu hao nhiên liệu	$g_e = 200\text{g/kW.h}$

Bảng 2. Kích thước của bộ hòa trộn kiểu cánh khuấy áp dụng cho động cơ Hanshin 6LU32 [3]

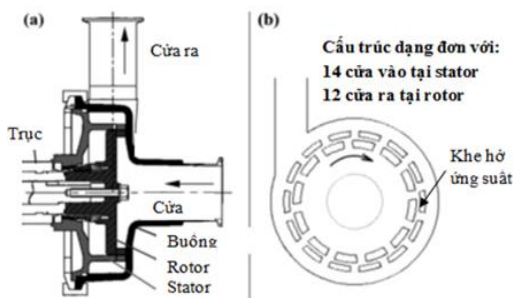
Đường kính kết: T (m)	Đường kính cánh khuấy D (m)	Số lượng cánh (chiếc)	Chiều rộng cánh W (m)	Chiều dài cánh L (m)	Số lượng cánh cân (chiếc)	Chiều rộng cánh cân B (m)	Chiều cao cột chất lỏng H (m)	Khoảng cách từ cánh đến đáy kết Z (m)
0,60	0,20	6	0,05	0,06	4	0,10	1,0	0,2



Hình 2. Bản vẽ thiết kế bộ hòa trộn liên tục [3]



Hình 3. Sản phẩm thiết bị hòa trộn liên tục [3]



Hình 4. Sơ đồ kết cấu của thiết bị đồng thể hóa



Hình 5. Rotor và stator của thiết bị đồng thể hóa [3]

Các kích thước và thông số cơ bản của thiết bị đồng thể hoá nhiên liệu được thể hiện trong Bảng 3 (do giới hạn về khuôn khổ bài báo, nội dung tính toán thiết bị không được trình bày ở đây). Hệ thống tạo nhiên liệu nhũ tương với các thiết bị hoà trộn và đồng thể hoá sau khi được chế tạo và lắp đặt được thể hiện trên Hình 6.

2.4. Kết quả thử nghiệm sử dụng nhiên liệu nhũ tương cho động cơ diesel Hanshin 6LU32

Nhiên liệu sử dụng trong thử nghiệm cho động cơ bao gồm nhiên liệu DO (tỷ trọng 0,8638; nhiệt trị 42.460kJ/kg; độ nhớt ở 40°C 6,38; hàm lượng lưu huỳnh 0,5%,...) và nhiên liệu FO (tỷ trọng 0,987; nhiệt trị 42.230kJ/kg; độ nhớt ở 40°C 80,7; hàm lượng lưu huỳnh 1,5%,...). Tiến hành tạo mẫu nhiên liệu nhũ tương với các tỷ lệ nước khác nhau: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Các mẫu thực nghiệm được lấy ngay tại cửa ra của thiết bị đồng thể hóa. Nhìn chung, các mẫu nhiên liệu nhũ tương với tỷ lệ

10~30% nước đều có tính ổn định tốt, trong vòng 24 giờ quan trắc không có dấu hiệu nước bị lắng đọng, trong khi đó các mẫu nhiên liệu với tỷ lệ nước 40~50% có tính ổn định không cao, có hiện tượng lắng đọng nước (Hình 7).

Tiến hành thử nghiệm trên động cơ 6LU32 ở các chế độ tải khác nhau (50%, 75% và 85% tải) với nhiên liệu DO và FO nguyên bản và các mẫu nhiên liệu nhũ tương (Dnt, Fnt) giữa DO và FO với nước theo các tỷ lệ khác nhau (10%, 20% và 30% nước), thời gian thử là 10 giờ. Các kết quả đo phát thải NO_x của động cơ sử dụng thiết bị đo Testo 350 được thể hiện trong Bảng 4 và Bảng 5.

Các kết quả thử nghiệm cho thấy:

- Khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương, mức độ phát thải NO_x giảm đáng kể trong cả hai trường hợp sử dụng nhiên liệu nhũ tương nước với DO và FO, mức độ giảm NO_x khá tương đồng nhau trong cả hai trường hợp;

Bảng 3. Tổng hợp các thông số thiết kế thiết bị đồng thể hoá [3]

TT	Các thông số thiết kế	Trị số	Ghi chú
1	Loại thiết bị đồng thể hóa	Rotor	
2	Năng suất	194kg/h	Nhiên liệu + nước
3	Mức độ đồng thể hóa	$d_{32} = 10\mu\text{m}$	
4	Hàm lượng nước trong nhũ tương	10 ~ 50%	Nước tinh khiết
5	Đường kính rotor	$D = 100\text{mm}$	
6	Khe hở tạo ứng suất	$\Delta = 0,5\text{mm}$	
7	Vận tốc quay của rotor	3000v/ph	
8	Công suất lai rotor	$P = 272\text{W}$	
9	Động cơ điện loại 3 pha	$P = 500\text{W}$	
10	Đường kính cửa vào	$d_1 = 35\text{mm}$	
11	Đường kính cửa ra	$d_2 = 30\text{mm}$	
12	Vật liệu chế tạo	Thép không gỉ	



Hình 6. Hệ thống tạo nhiên liệu nhũ tương được lắp đặt thử nghiệm trên động cơ Hanshin 6LU32 [3]



Hình 7. Các mẫu nhiên liệu nhũ tương được sử dụng thử nghiệm cho động cơ Hanshin 6LU32 [3]

- Khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương, mức độ phát thải NO_x càng giảm theo sự tăng của tải;

- Khi tăng tỷ lệ của nước trong nhiên liệu nhũ tương, mức độ giảm phát thải NO_x càng nhiều, cụ thể mức độ giảm lớn nhất có thể đạt tới khoảng 80% ở chế độ tải 85% khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương với tỷ lệ nước 30% trong cả hai trường hợp sử dụng nhiên liệu nhũ tương DO và FO.

3. Kết luận

Kết quả lắp đặt hệ thống và thử nghiệm sử dụng nhiên liệu nhũ tương trên động cơ diesel Hanshin 6LU32 trong phòng thí nghiệm cho thấy khả năng ứng dụng trong thực tế là hoàn toàn khả thi. Hiệu quả giảm phát thải NO_x trong khí thải động cơ là rõ ràng, đặc biệt là khi động cơ sử dụng nhiên liệu FO: Mức giảm

Bảng 4. Kết quả thử nghiệm đo phát thải NO_x trên động cơ 6LU32 khi sử dụng nhiên liệu DO nhũ tương [3]

Nhiên liệu DO									
Phát thải NO _x	Chế độ tải/Vòng quay								
	50%/238			75%/273			85%/300		
	mg/Nm ³	g/kW.h	Độ giảm %	mg/Nm ³	g/kW.h	Độ giảm %	mg/Nm ³	g/kW.h	Độ giảm %
NO _x - NO ₂	1602	11,09	-	4862	29,34	-	9805	53,85	-
Nhiên liệu nhũ tương Dnt10									
NO _x - NO ₂	1132	9,70	12,53	2506	21,47	26,82	2632	22,55	58,12
Nhiên liệu nhũ tương Dnt20									
NO _x - NO ₂	1022	8,75	21,18	1730	14,82	49,48	1632	13,98	74,03
Nhiên liệu nhũ tương Dnt30									
NO _x - NO ₂	920	7,88	28,94	1602	13,73	53,2	1429	12,25	77,25

Bảng 5. Kết quả thử nghiệm đo phát thải NO_x trên động cơ 6LU32 khi sử dụng nhiên liệu FO nhũ tương [3]

Nhiên liệu FO									
Phát thải NO _x	Chế độ tải/Vòng quay								
	50%/240			75%/275			85%/300		
	mg/Nm ³	g/kW.h	Độ giảm %	mg/Nm ³	g/kW.h	Độ giảm %	mg/Nm ³	g/kW.h	Độ giảm %
NO _x - NO ₂	1650	12,35	-	5910	38,25	-	11015	63,40	-
Nhiên liệu nặng nhũ tương Fnt10									
NO _x - NO ₂	1107	9,48	23,24	2142	18,35	52,03	2470	21,16	66,62
Nhiên liệu nặng nhũ tương Fnt20									
NO _x - NO ₂	1069	9,16	25,82	1616	13,84	63,81	1647	14,11	77,74
Nhiên liệu nặng nhũ tương Fnt30									
NO _x - NO ₂	932	7,98	35,38	1506	12,90	66,27	1532	13,12	79,31

phát thải thấp nhất là 23,24% ở chế độ 50% tải với hàm lượng nước trong nhiên liệu nhũ tương là 10%; mức giảm lớn nhất đạt tới gần 80% ở chế độ 85% tải với hàm lượng nước trong nhiên liệu nhũ tương là 30%. Việc thiết kế, lắp đặt hệ thống với các thiết bị bổ sung không quá phức tạp. Tuy nhiên đây mới chỉ là những kết quả bước đầu, được thực hiện trong phòng thí nghiệm, để có thể triển khai áp dụng cho đội tàu thì cần tiến hành thử nghiệm thực tế nhiều hơn nữa, đồng thời cần có sự đánh giá toàn diện về các chỉ tiêu kinh tế-năng lượng của động cơ cũng như ảnh hưởng của hàm lượng nước trong nhiên liệu nhũ tương đến trạng thái kỹ thuật của nhóm piston-xilanh, thiết bị cung cấp nhiên liệu,... Trong thời gian tới

nhóm nghiên cứu sẽ hướng tới việc thử nghiệm trên một số tàu cụ thể, để từ đó có thể đưa ra những đánh giá chính xác hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Xuân Dương (chủ biên) và các tác giả, *Kỹ thuật xử lý khí thải gây ô nhiễm từ động cơ diesel tàu thủy đáp ứng Phụ lục VI, Công ước Marpol 73/78*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2020.
- [2] Trung tâm Nghiên cứu hệ động lực tàu thủy, Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, *Hồ sơ kỹ thuật động cơ Hanshin 6LU32*.
- [3] Đặng Văn Uy và các cộng sự. *Xây dựng lộ trình và giải pháp xử lý khí độc hại trong khí thải động*

ơ diesel thủy đáp ứng yêu cầu của các công ước quốc tế Marpol cho đội tàu biển Việt Nam. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, Mã số MT171002, 2017.

- [4] Tổ chức hàng hải Thế giới (IMO), *Công ước Quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm do tàu biển gây ra 73/78 (MARPOL 73/78).*

Ngày nhận bài:	28/6/2021
Ngày nhận bản sửa:	01/8/2021
Ngày duyệt đăng:	07/8/2021