LỰA CHỌN GIẢI PHÁP ĐỂ CHUYỂN ĐỔI NỒI HƠI TÀU THỦY SANG SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU HỖN HỢP DẦU THỰC VẬT VÀ DẦU DIESEL

THE SELECTION OF SOLUTIONS FOR CHANGING MARINE STEAM BOILER TO USE THE MIXTURE OF VEGETABLE OIL AND DIESEL OIL

PGS, TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC
ThS. PHẠM TRƯỜNG CHINH
Trường Đại học Hàng hải

Tóm tắt

Nội dung của bài báo trình bày kết quả lựa chọn giải pháp để chuyển đổi nồi hơi tàu thủy sang sử dụng nhiên liệu hỗn hợp dầu thực vật và dầu diesel, đồng thời áp dụng giải pháp đã lựa chọn cho nồi hơi trong phòng thử nghiệm với nhiên liệu hỗn hợp 7% và 10% dầu cọ trong dầu diesel. Kết quả thử nghiệm khẳng định giải pháp đã lựa chọn là hợp lý.

Abstract

The content of the article presents the selection of solutions for changing marine steam boiler to use the mixture of vegetable oil and diesel oil, at the same time the selected solution is applied in steam boiler with mixture of 7% and 10% vegetable oil in diesel oil. Experimental results show that the selected solution is suitable.

1. Đặt vấn đề

So sánh tính chất của dầu thực vật với dầu diesel ta thấy, dầu thực vật có khối lượng riêng, điểm chớp lửa lớn hơn, nhiệt trị và trị số cetan lại nhỏ hơn so với dầu diesel khoáng, v.v… Do sự khác biệt một số giá trị của tính chất dầu thực vật so với dầu diesel, nên sử dụng dầu thực vật làm nhiên liệu cho nồi hơi tàu thủy được thực hiện bằng việc trộn lẫn dầu thực vật với dầu diesel theo một tỷ lệ nhất định sao cho tính chất của nhiên liệu hỗn hợp thỏa mãn tính chất của nhiên liệu sử dụng cho nồi hơi tàu thủy.

Nhìn chung giá trị tính chất của nhiên liệu hỗn hợp nằm trong giới hạn sử dụng cho nồi hơi tàu thủy, song giá trị một số tính chất của hỗn hợp có khác so với dầu diesel, ví dụ độ nhớt, điểm chớp cháy, nhiệt trị, ... Bởi vậy, khi sử dụng nhiên liệu hỗn hợp cần phải sửa đổi hay chỉnh định lại một số thiết bị trong hệ thống nhiên liệu để khắc phục sự sai khác này. Đối với tàu thủy hiện đang sử dụng ở Việt Nam thì hệ thống nhiên liệu chưa đáp ứng được việc điều chỉnh để khắc phục sự sai khác, chính vì vậy cần phải tìm ra giải pháp chuyển đổi nồi hơi tàu thủy sang sử dụng nhiên liệu hỗn hợp. Đối với các tàu đóng mới thì việc bố trí và lắp đặt hệ thống chuyển đổi nồi hơi đang sử dụng nhiên liệu khoáng sang sử dụng nhiên liệu hỗn hợp dầu thực vật và dầu diesel không có gì khó khăn. Nhưng đối với các tàu đang khai thác thì giải pháp chuyển đổi phải thực hiện sao cho dễ dàng và thuận tiện. Bố trí và lắp đặt thiết bị trên tàu phải hợp lý và tuân thủ quy định của đăng kiểm.

Nội dung trong bài báo giới thiệu lựa chọn giải pháp để khắc phục việc sai khác về nhiệt lượng tỏa ra khi sử dụng cùng một thể tích nhiên liệu được phun vào buồng đốt nồi hơi giữa nhiên liệu hỗn hợp và dầu diesel. Phương pháp nghiên cứu ở đây là thống kê một số giải pháp chuyển đổi, so sánh để lựa chọn ra giải pháp chuyển đổi phù hợp.

2. Lựa chọn giải pháp

Nhiệt trị của nhiên liệu hỗn hợp (bảng 1) nhỏ hơn dầu diesel [3], khối lượng riêng có lớn hơn nhưng nhiệt lượng tỏa ra của nhiên liệu hỗn hợp vẫn thấp hơn so với dầu DO khi cùng một thể tích. Để lượng nhiệt tỏa ra khi sử dụng nhiên liệu hỗn hợp bằng với dầu DO thì có thể tăng sản lượng nhiên liệu hỗn hợp cấp vào buồng đốt hoặc nếu không thể tăng sản lượng nhiên liệu hỗn hợp thì khi này thời gian hoạt động trong một chu kỳ hoạt động của thiết bị buồng đốt phải tăng lên.

2.1. Tăng sản lượng nhiên liệu hỗn hợp cấp vào buồng đốt

2.1.1. Không thay bơm cấp nhiên liệu

Để cho lượng nhiệt tỏa ra bằng nhau khi nồi hơi sử dụng nhiên liệu hỗn hợp so với khi sử dụng dầu DO thì cần tăng thể tích nhiên liệu hỗn hợp cấp vào buồng đốt nồi hơi, nếu không thay bơm cấp nhiên liệu với sản lượng lớn hơn thì dĩ nhiên lượng nhiên liệu thừa sẽ giảm đi.

$$V_b = V_{vp} + V_{thừa},\ m^3/h$$

V_b- sản lượng nhiên liệu do bơm cấp nhiên liệu, m^3/h;

V_{vp}- sản lượng nhiên liệu được phun vào buồng đốt nồi hơi, m^3/h;

$V_{thừa}$- sản lượng nhiên liệu dư thừa được trở về đường hút của bơm cấp hay về két chứa nhiên liệu, m^3/h.

Để tăng sản lượng nhiên liệu hỗn hợp cấp vào buồng đốt, có một số giải pháp sau:

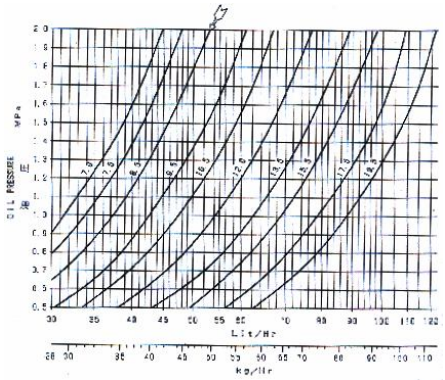
- Đối với nồi hơi được trang bị loại vòi phun hơi nước, vòi phun không khí, vòi phun ly tâm quay hay vòi phun điều chỉnh được sản lượng nhiên liệu thì chỉ cần tăng độ mở van cấp trên đường nhiên liệu vào vòi phun.

- Đối với nồi hơi trang bị vòi phun cơ học loại không điều chỉnh được sản lượng:

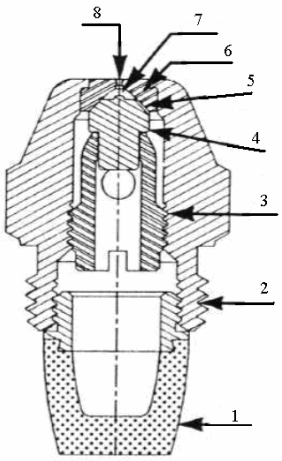
* Thay bép phun của vòi phun với sản lượng phun lớn hơn, ví dụ trên hình 1, từ trục tung với áp suất phun đã định tra ra loại bép phun có sản lượng nhiên liệu mong muốn và đặt mua mới loại bép phun vừa lựa chọn được.

* Tăng diện tích rãnh tiếp tuyến (chi tiết số 5 trên hình 2) lên đến diện tích yêu cầu bằng cách gia công rãnh tiếp tuyến rộng ra. Hoặc là gia công một bép phun mới có diện tích rãnh tiếp tuyến tăng lên theo yêu cầu.

* Thay đổi áp suất phun nhiên liệu, tức tăng áp suất phun do bơm nhiên liệu tạo ra.



Hình 1. Quan hệ sản lượng nhiên liệu phun với áp suất và cỡ vòi phun [1]. (nồi hơi loại SSC-4, Tàu Biển đông Star)



Hình 2. Vòi phun dạng cơ học [2].
1- phin lọc; 2- thân bằng đồng; 3- chi tiết định vị; 4- chi tiết đĩa tạo xoáy bằng thép không rỉ; 5- rãnh tiếp tuyến (bép phun); 6- đĩa lỗ phun bằng thép không rỉ; 7- buồng xoáy lốc; 8- lỗ phun.

2.1.2. Thay bơm cấp nhiên liệu và vòi phun có sản lượng lớn hơn

Tăng sản lượng nhiên liệu hỗn hợp cấp vào buồng đốt nồi hơi bằng cách thay đồng thời cả bơm cấp và vòi phun có sản lượng lớn hơn, lúc này lượng nhiên liệu thừa trở về két chứa có thể không thay đổi.

2.2. Không thay đổi sản lượng nhiên liệu hỗn hợp cấp vào buồng đốt

Không thay đổi lượng thể tích nhiên liệu hỗn hợp cấp vào buồng đốt thì lượng nhiệt cung cấp cho nước chuyển thành hơi nước sẽ ít hơn, tức là lượng hơi sinh ra trong 1 giờ của nồi hơi sẽ thấp hơn so với khi sử dụng dầu DO. Trong nồi hơi tàu thủy thì điều khiển hoạt động buồng đốt của nồi hơi theo giá trị áp suất hơi P_{max} và P_{min}, tức là buồng đốt nồi hơi sẽ hoạt động khi áp lực trong trống hơi dưới áp suất P_{min} và sẽ dừng khi áp suất lớn hơn P_{max}. Giả sử thời gian cháy của nhiên liệu trong buồng đốt nồi hơi là t_2 (đoạn D_1 đến C_2 hình 3), và thời gian không cháy là t_1 (đoạn C_1 đến D_1 - dừng cung cấp nhiên liệu vào buồng đốt). Đường số 1 là biểu diễn khi sử dụng bằng dầu DO, đường số 2 là nhiên liệu hỗn hợp với tỷ lệ dầu thực vật nhỏ và đường số 3 là nhiên liệu hỗn hợp với tỷ lệ dầu thực vật lớn hơn. Nếu lượng nhiệt cung cấp do nhiên liệu hỗn hợp nhỏ hơn so với dầu DO thì thời gian từ D_1 đến C_2 bị kéo dài và như vậy tỷ lệ thời gian cháy t_2 so với thời gian 1 chu kỳ đốt ($t_1 + t_2$) sẽ lớn lên. Nếu như lượng nhiệt nhỏ quá mức, ví dụ đường số 3 thì giải pháp này không thể áp dụng được.

2.3. Nhận xét và lựa chọn giải pháp

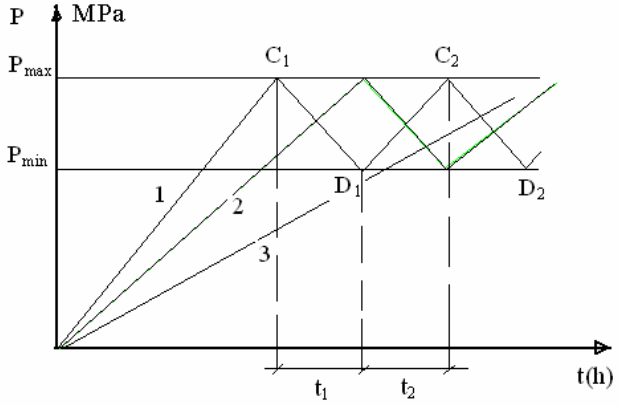
- Giải pháp thứ 1 là không thay bơm cấp nhiên liệu, thay hoặc gia công bép phun của vòi phun với sản lượng lớn hơn;
- Giải pháp thứ 2 là không thay bơm cấp nhiên liệu, tăng áp suất phun của bơm nhiên liệu;
- Giải pháp thứ 3 là thay bơm cấp nhiên liệu và bép phun của vòi phun với sản lượng lớn hơn;
- Giải pháp thứ 4 là không thay đổi lượng nhiên liệu cung cấp vào buồng đốt của nồi hơi.

Giải pháp thứ 1 và thứ 3 tương đương nhau vì bơm cấp nhiên liệu thường có sản lượng dư thừa so với sản lượng yêu cầu. Khi phải thay vòi phun nhiên liệu với bép phun có sản lượng lớn hơn, ưu điểm là tỷ lệ thời gian cháy t_2 so với thời gian 1 chu kỳ đốt ($t_1 + t_2$) không thay đổi, áp dụng được cho nhiều loại nhiên liệu hỗn hợp với tỷ lệ trộn khác nhau. Nhưng nhược điểm là phải thay bép phun khác có sản lượng lớn hơn, điều này chỉ thực hiện được với những tàu mà biết trước được cỡ bép phun, còn đối với các tàu không biết được loại bép phun đang sử dụng là cỡ nào để thay cỡ lớn hơn thì khó áp dụng giải pháp này được.

Giải pháp thứ 2 là tăng áp suất nhiên liệu do bơm cấp tạo ra bằng cách chỉnh tăng sức căng lò so điều chỉnh áp suất bơm, nhưng khi này bơm làm việc sẽ nặng nề, dễ gây hư hỏng các chi tiết của bơm.

Giải pháp thứ 4 thì tỷ lệ thời gian cháy t_2 so với thời gian 1 chu kỳ đốt ($t_1 + t_2$) lớn lên, thời gian buồng đốt nồi hơi hoạt động nhiều nên tuổi thọ buồng đốt nồi hơi giảm, song dễ dàng áp dụng được cho các loại nhiên liệu hỗn hợp với tỷ lệ hòa trộn thấp dầu thực vật vào dầu DO và cho tất cả các loại nồi hơi.

Lựa chọn: với nhiên liệu hỗn hợp được sử dụng để nghiên cứu (bảng 1) ở tỷ lệ trộn 7% và 10% thì do lượng nhiệt giảm không đáng kể nên lựa chọn giải pháp thứ 4.



Hình 3. Sự thay đổi áp suất hơi trong trống hơi theo thời gian.

1- nồi hơi sử dụng bằng dầu DO; 2- nồi hơi sử dụng bằng nhiên liệu hỗn hợp; 3- nồi hơi sử dụng bằng nhiên liệu hỗn hợp với lượng sinh nhiệt thấp.

3. Tổ chức thử nghiệm

3.1. Đối tượng nghiên cứu

3.1.1. Nhiên liệu sử dụng thử nghiệm

Nhiên liệu hỗn hợp được dùng để thử nghiệm là loại nhiên liệu hỗn hợp dầu cọ và dầu DO. Một số chỉ tiêu của nhiên liệu hỗn hợp đã trình bày ở trong bảng 1 sau.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu của hỗn hợp dầu cọ

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Nhiên liệu hỗn hợp dầu cọ	
			7%	10%
1	Khối lượng riêng ở 15^{0}C	kg/l	0,8441	0,8469
2	Chỉ số cetan	-	52	52
3	Nhiệt độ chớp cháy cốc kín	^{0}C	68	79
4	Điểm vẩn đục	^{0}C	13	23
5	Độ nhớt động học ở 40°C	cSt	3,70	3,98
6	Hàm lượng lưu huỳnh	mg/kg	1030	1020
7	Hàm lượng nước và cặn	ml	Không có	0,05
8	Nhiệt trị	Calo/g	10.832	10.795

3.1.2. Giới thiệu hệ thống trang thiết bị được sử dụng để thử nghiệm

Nồi hơi sinh hơi bão hòa và hơi được cung cấp cho tua bin hơi, tua bin lai máy phát điện. Một số thông số chính của nồi hơi, tua bin hơi và máy phát điện được ghi trong bảng 2 [1].

Bảng 2. Thông số chính của nồi hơi, tua bin hơi và máy phát điện

Thông số kỹ thuật	Giá trị
Tên	Johnson
Ký hiệu	STH60-TW
Năm sản xuất	2000
Áp suất làm việc lớn nhất (kG/cm^2)	10
Sản lượng hơi cực đại (kg/h)	150
Diện tích bề mặt hấp nhiệt (m^2)	3,06
Loại dầu đốt	DO
Tua bin hơi	0,75 kW; 3000 vg/ph; Áp suất hơi vào 1 Mpa, hơi ra 0,5 Mpa
Máy phát điện do tua bin hơi lai	100V, 50hZ; 65 A

3.2. Kết quả thử nghiệm

Thử nghiệm được thực hiện với dầu DO, nhiên liệu hỗn hợp dầu cọ 7% và 10% có nhiệt độ nhiên liệu bằng nhiệt độ môi trường 23°C và nhiệt độ hâm nóng đến 40°C. Một số kết quả thử nghiệm được ghi trong bảng 3 (giá trị trung bình của nhiều lần đo khi thử nghiệm).

Bảng 3. Một số kết quả thử nghiệm

Thông số	Giá trị				
	DO	Nhiên liệu hỗn hợp 7%		Nhiên liệu hỗn hợp 10%	
Nhiệt độ nhiên liệu, ^{o}C	23	23	40	23	40
Thời gian tăng áp suất từ Pmin đến Pmax, giây	55,857	54,75	54,9211	52,101	54,112
Thời gian giảm áp suất từ Pmax đến Pmin, giây	56,147	56,175	56,3144	50,08	56,126
Chu kỳ hoạt động của buồng đốt	0,4987	0,4936	0,4937	0,5098	0,4908
Sản lượng hơi, kg/h	56,24	57,13	56,42	58,24	56,78

Nhận xét kết quả thử nghiệm:

Kết quả thử nghiệm trên nồi hơi thử nghiệm cho thấy chu kỳ hoạt động của buồng đốt với nhiên liệu hỗn hợp 7% và 10% dầu thực vật không sai khác là bao so với khi nồi hơi sử dụng bằng dầu diesel.

Nhiệt độ khí cháy quét qua bề mặt trao đổi nhiệt sau cùng của nồi hơi được khống chế ở nhiệt độ 400°C nhờ một rơ le nhiệt độ, trong quá trình thử nghiệm chưa thấy rơ le hoạt động điều đó chứng tỏ nhiệt độ khí cháy quét qua bề mặt trao đổi nhiệt khi nồi hơi sử dụng các loại nhiên liệu khác nhau đều trong giới hạn an toàn cho phép.

5. Kết luận

Nồi hơi sử dụng nhiên liệu hỗn hợp dầu thực vật trộn với dầu diesel lên tới 10% thì chưa cần thay đổi bơm cấp nhiên liệu và bép phun của vòi phun vẫn đảm bảo yêu cầu về sản lượng hơi cung cấp cho thiết bị tiêu thụ hơi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Một số tài liệu nồi hơi tàu biển.
[2] Automation Technology, www.automation.siemens.com.
[3] QCVN 1: 2009/BKHCN, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xăng, nhiên liệu điêzen và nhiên liệu sinh học.

Người phản biện: TS. Phạm Hữu Tân