

XÂY DỰNG MỘT SỐ ĐẶC TÍNH NỒI HƠI MAKING STEAM BOILER'S CHARACTERISTICS

TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC
Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Trong quá trình theo dõi vận hành cũng như kiểm tra tình trạng kỹ thuật của nồi hơi, chúng ta cần biết đặc tính của nồi hơi để có cơ sở theo dõi và chỉnh định các thiết bị sao cho chúng làm việc trong giới hạn cho phép, nâng cao tính kinh tế và không gây hư hỏng cho thiết bị. Bài báo này xây dựng đặc tính của nồi hơi dựa trên cơ sở giá trị đo của các thông số nhờ thiết bị phân tích nồng độ khí xả.

Abstract:

In observing as well as checking technical condition of steam boiler, we need to master a steam boiler's characteristic which is a basis to look and to adjust equipment so that parameters of these equipment work in the allowable limit, economization, and do not cause troubles. This article makes a steam boiler's characteristic depending on the exhaust gas analyser.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm cuối của thập kỷ 70 tới nay, trang bị kỹ thuật của ngành hàng hải quốc tế đã có những thay đổi đáng kể, liên quan tới sự phát triển thành công của CNTT. Những thay đổi cơ bản trong trang bị kỹ thuật hàng hải trong đó có thiết bị đo nồng độ khí cháy, ứng dụng thiết bị này vào đo đạc và chỉnh định các thiết bị trên tàu biển đã giảm nhẹ lao động của sĩ quan và thuyền viên máy tàu nhờ tốc độ tính toán cao, xử lý thông tin chính xác, đưa ra được các phán quyết nhanh và hiệu quả kinh tế cao. Dựa trên số liệu cung cấp từ thiết bị đo nồng độ khí cháy và một số thiết bị khác chúng ta xây dựng được các đặc tính của nồi hơi. Đặc tính này có thể vẽ trên giấy để tra cứu hay để trong dạng số liệu và có thể tra trên máy tính. Tùy thuộc vào kiểu loại thiết bị đo nồng độ khí mà thông số được đo có khác nhau nên các chương trình tính đặc tính cũng khác nhau. Trước đây việc xây dựng đặc tính được thực hiện qua đo đạc một số ít thông số và thời gian lấy số liệu thực nghiệm dài, các thông số còn lại được tính toán nên độ chính xác không cao. Dựa vào thiết bị mới ví dụ loại MRU 95/2D do Đức sản xuất thì công việc xác định thông số để xây dựng các đặc tính là rất nhanh chóng, chính xác và cần ít thiết bị đo hơn.

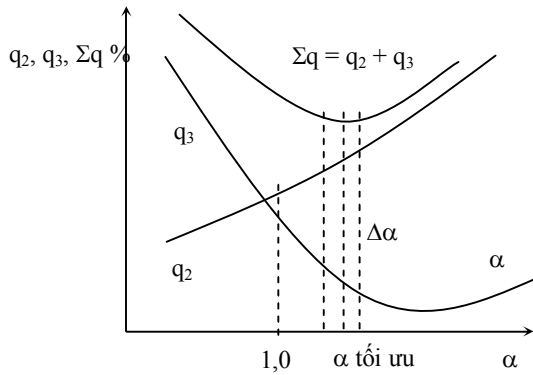
2. Các đặc tính được xây dựng

2.1. Đặc tính các tổn thất với hệ số không khí thừa

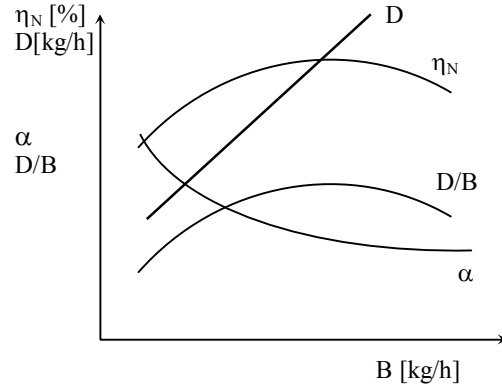
Với một phụ tải hơi D nhất định, xây dựng các đường cong tổn thất do khí xả mang ra ngoài môi trường q_2 , tổn thất do cháy không hoàn toàn về hoá học q_3 và tổng tổn thất $\Sigma q = q_2 + q_3$ theo hệ số dư lượng không khí thừa α . Mục đích xây dựng đặc tính này là để xác định với một sản lượng hơi nhất định thì hệ số không khí thừa α tối ưu? tức giá trị α mà ở đó có tổng tổn thất Σq là nhỏ nhất (hình 1).

2.2. Đặc tính hệ số không khí thừa α , hiệu suất nồi hơi, sản lượng hơi, tỉ số sản lượng hơi và lượng nhiên liệu tiêu thụ với lượng nhiên liệu tiêu thụ B

Trên cơ sở các thử nghiệm như trên chúng ta có cặp số D, α , $\eta_N\%$ và B. Lập lại thử nghiệm với nhiều sản lượng hơi khác nhau sẽ xây dựng được đường cong α , hiệu suất nồi hơi $\eta_N\%$, sản lượng hơi D, tỉ số sản lượng hơi và lượng nhiên liệu tiêu thụ D/B theo lượng nhiên liệu tiêu thụ B (hình 2).



Hình 1. Sự phụ thuộc của các tổn thất nhiệt vào đại lượng α .



Hình 2. Sự phụ thuộc η_N %, α , D_N , D_N/B vào lượng hơi tiêu thụ.

3. Công thức sử dụng trong tính toán

3.1. Lượng nhiên liệu tiêu thụ trong một giờ

- Ghi theo số đo trên đồng hồ đo lưu lượng kế;
- Tính theo công thức:

$$B = 3,6 \cdot \frac{\Delta V}{\tau} \cdot \gamma_{nl}, \text{ [kg]} \quad (1)$$

γ_{nl} - khối lượng riêng của nhiên liệu, [kg/m³];

ΔV - thể tích nhiên liệu được sử dụng, [lít].

$$\gamma_{nl} = \gamma_{20} - a \cdot (t_{nl} - 20). \quad (2)$$

γ_{20} - khối lượng riêng của nhiên liệu ở 20°C, [kg/m³];

a - hệ số hiệu chỉnh.

τ - thời gian sử dụng hết nhiên liệu trong ΔV , [giây].

3.2. Lưu lượng hơi

- Ghi theo số đo trên đồng hồ đo lưu lượng kế;
- Tính theo công thức khi hơi đi qua tiết diện lỗ thông có đường kính là d :

$$D_N = 0,004436 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot d^2 \cdot \sqrt{h \cdot \gamma_h} \quad (3)$$

Với ε và α - các hệ số được tra theo bảng;

d - đường kính lỗ thông [mm];

h - độ chênh cột áp hai bên lỗ thông [mmHg].

3.3. Hệ số không khí thừa

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \cdot \frac{O_2}{100 - (RO_2 + O_2)}} \quad (4)$$

Ở đây: O_2 , RO_2 - nồng độ chất khí Oxy và khí ba nguyên tử, [%].

3.4. Tổn thất nhiệt mang ra do khí xả

$$q_2 = \left(0,012 \cdot \frac{\theta_{kh} - 100}{100} + 1 \right) (3,5 \cdot \alpha + 0,45) \left(\theta_{kh} - \frac{\alpha}{\alpha + 0,13} t_{kkl} \right) 10^{-2}, \text{ [%]} \quad (5)$$

Trong đó:

t_{kkl} - nhiệt độ không khí lạnh, °C;

θ_{kh} - nhiệt độ khói lò, °C;

α - hệ số dư lượng không khí.

3.5. Tổn thất nhiệt do cháy không hoàn toàn về hoá học

$$q_3 = 3,2 \cdot CO \cdot \alpha [\%] = 52 \cdot \frac{CO}{CO_2 + CO}, [\%] \quad (6)$$

Trong đó:

CO- nồng độ khí CO trong khói lò, [%];
CO₂- nồng độ khí CO₂ trong khói lò, [%].

3.6. Tổn thất nhiệt do cháy không hoàn toàn về cơ học

Khi đốt dầu $q_4 = 0$, [%]. (7)

3.7. Tổn thất nhiệt do tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh

$$q_5 = \frac{100}{B \cdot Q_H^p} \cdot (400 \cdot F + 30000), [\%] \quad (8)$$

Trong đó:

F- diện tích bề mặt ngoài nồi hơi phần tiếp xúc với môi trường xung quanh, [m²];
400- nhiệt lượng tổn thất trên 1m² bề mặt ngoài của nồi hơi, [Kcal/m²h];
30000- nhiệt lượng tổn thất tại các bề mặt bầu nồi hộp ống, [Kcal/h];
Q_H^p- nhiệt trị thấp của nhiên liệu [Kcal/kg].

Đối với nồi hơi có sản lượng hơi định mức D_N nhỏ hơn 10.000 [kg/h] thì:

$$q_5 = \frac{100}{B \cdot Q_H^p} \cdot \left(100 + 8 \cdot D_N \cdot \frac{i_h - i_{nc}}{640} \right) \quad (9)$$

Khi phụ tải của nồi hơi thay đổi thì có:

$$q_5' = 0,5 \cdot q_5 \cdot \left(1 + \frac{D_H}{D'} \right) \quad (10)$$

Trong đó:

q₅, D- tổn thất tản nhiệt ra ngoài môi trường và sản lượng hơi ở 100% tải;
q'₅, D'- tổn thất tản nhiệt ra ngoài môi trường và sản lượng hơi ở tải đang tính.

3.8. Hiệu suất nồi hơi

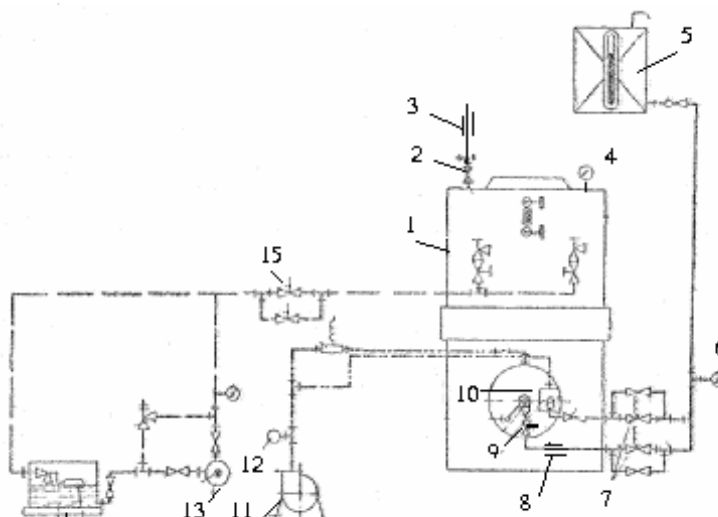
$$\eta_N [\%] = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5), [\%] \quad (11)$$

4. Thực nghiệm

4.1. Sơ đồ thực nghiệm

Dụng cụ thực nghiệm gồm có:

- Thiết bị đo lưu lượng hơi: lưu lượng kế đặt tại đường ống hơi chính hoặc đo lượng nước cấp từ két nước trung bình trong một giờ;
- Thiết bị đo lưu lượng nhiên liệu;
- Thiết bị đo áp lực hơi từ nồi hơi;
- Thiết bị đo nhiệt độ hơi từ nồi hơi;
- Thiết bị đo nhiệt độ nước cấp;
- Thiết bị phân tích thành phần khí cháy (đặt trên đường khí thoát - không biểu thị trên hình);
- Thiết bị đo nhiệt độ nhiên liệu, nhiệt độ không khí xung quanh.



Hình 3. Sơ đồ thực nghiệm

— đường nhiên liệu; - - - đường nước cấp; - · - · đường không khí;

- 1- nồi hơi; 2- van hơi chính; 3- thiết bị đo lưu lượng hơi; 4- đồng hồ đo áp suất hơi;
 5- két nhiên liệu; 6- áp lực nhiên liệu; 7- van chặn; 8- thiết bị đo lưu lượng nhiên liệu;
 9- nhiệt kế; 10- bộ điều khiển tỉ lệ không khí với nhiên liệu; 11- quạt gió;
 12- áp kế; 13- bơm nước cấp; 14- két nước cấp; 15- van cấp nước.

4.2. Kết quả tính toán thử nghiệm đã công bố

Số liệu đã công bố ở tài liệu với kết quả thử nghiệm trên nồi hơi KBBA 1/5 được ghi trong bảng 1 và biểu thị trên hình 4.

Bảng 1. Kết quả thử nghiệm trên nồi hơi KBBA 1/5

Thông số	Giá trị ở lần thử nghiệm				
	Số 1	Số 2	Số 3	Số 4	Số 5
Lượng nhiên liệu tiêu thụ [kg/h]	14,6	19,3	41,6	47,0	35,0
Áp lực hơi [kg/cm ²]	4,9	5,1	4,7	4,6	4,7
Thành phần khí xả [%]					
CO ₂	7,05	7,60	6,30	6,90	6,70
O ₂	17,95	17,75	18,40	18,50	18,40
CO	0,51	0,50	0,30	0,20	0,40
Hệ số không khí thừa α	1,96	1,85	2,24	2,10	2,10
Nhiệt độ khí xả [°C]	239	257	336	356	298
Nhiệt độ nước cấp [°C]	66	70	59	64	68
Nhiệt độ không khí [°C]	26	27	27	26	27
Nhiệt độ nhiên liệu trước vòi phun [°C]	20	20	20	20	20
Mất mát nhiệt cho khí xả [%]	14,5	14,8	24,3	25,1	20,0
Mất mát nhiệt do cháy không hết về hoá học [%]	3,2	3,0	2,1	1,3	2,5
Mất mát nhiệt cho môi trường xung quanh [%]	11,00	8,80	4,90	4,50	5,50
Hiệu suất có ích của nồi hơi [%]	71,3	73,4	68,0	69,1	72,0
Sản lượng hơi do nồi hơi sinh ra [kg/h]	180	248	490	550	440

5. Sử dụng kết quả nghiên cứu

- Trong khai thác nồi hơi khi có các đường đặc tính thì ở từng phụ tải chúng ta sẽ khai thác với tỉ lệ hòa trộn không khí với nhiên liệu sao cho hệ số không khí thừa α là tối ưu.

- Cần phải sử dụng lượng hơi tiêu thụ sao cho ở phụ tải đó tỉ số lượng hơi tiêu thụ với lượng nhiên liệu tiêu thụ (D/B) là lớn nhất hoặc ở lân cận vùng lớn nhất.

- Nếu sử dụng thiết bị đo nồng độ các chất khí đời mới như loại MRU 95/2D do Đức sản xuất thì công việc xác định thông số để xây dựng các đặc tính là rất nhanh chóng và chính xác. Với thiết bị này ta có thể xác định ngay giá trị các thông số sau: Thời gian đo, ngày đo, độ ẩm môi trường xung quanh [%], nhiệt độ không khí trong phòng [°C], nhiệt độ khí xả [°C], hàm lượng khí Oxy [%], hàm lượng khí CO [ppm, mg/m³, mg/3%O₂], hàm lượng khí NO_x [ppm, mg/m³, mg/3%O₂], hàm lượng khí CO₂ [%], hệ số không khí thừa α , hiệu suất nồi hơi η_N [%]... Như vậy, để lập đặc tính như trên hình 1 và 2 ta chỉ cần thiết bị đo nồng độ khí cháy, thiết bị đo lưu lượng hơi và thiết bị đo lưu lượng nhiên liệu.

- Từ việc nghiên cứu xây dựng đặc tính nồi hơi chúng ta có thể lấy làm cơ sở để nghiên cứu chế tạo bộ điều khiển quá trình hòa trộn không khí với nhiên liệu theo từng phụ tải và khai thác nồi hơi với phụ tải có lượng tiêu thụ nhiên liệu là ít nhất.

6. Kết luận

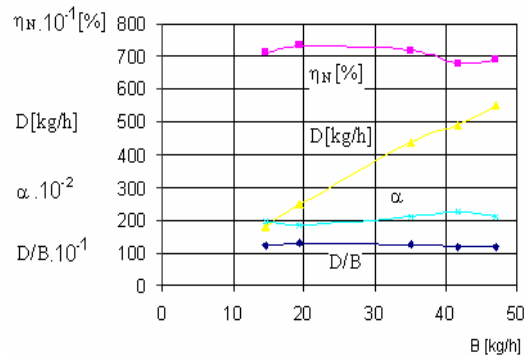
- Trong khai thác nồi hơi đốt bằng nhiên liệu thì việc xây dựng các đặc tính là cần thiết vì qua các đường đặc tính này người khai thác sẽ khai thác nồi hơi ở chế độ an toàn, kinh tế và tin cậy nhất.

- Các đặc tính được xác định nhanh và chính xác hay không tùy thuộc vào bộ số liệu thực nghiệm mà chúng ta thu thập được.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ngô Diên Tập (2002), "Đo lường và điều khiển bằng máy tính", Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [2]. PGS. TS. Phạm Lê Dân, TS. Nguyễn Công Hàn (2005), "Công nghệ lò hơi và mạng nhiệt", Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [3]. В.Д. Иванов, Ю.А. Смиринов (1971), "Эксплуатация Котельных Установок Дизельных Судов", Транспорт, Москва.
- [4]. В.И. Требовля, Е.Д. Финер, А.А. Авдева (1991), "Тепло технические испытания котельных установок", москва.
- [5]. И.Г. Беляев (1991), "Автоматизация судовых парознергетических установок", Транспорт, москва.
- [6]. Л.Ф. Суевалов (1989), "Справочник по расчету судовых автоматических систем", Ленинград, Судостроение.

Người phân biên: TS. Lê Văn Học



Hình 4. Biểu thị sự phụ thuộc của η_N %, α , D_N và D_N/B vào lượng nhiên liệu tiêu thụ B đo được trên nồi hơi KBBA 1/5.