

**TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ KHÍ XẢ CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL
VÀ THÔNG SỐ CÔNG TÁC CỦA NỒI HƠI KHÍ XẢ
DIESEL ENGINE EXPIRED AIR OF OPERATION BOILER PARAMETER
CALCULATING**

GS. TS. LÊ VIỆT LƯỢNG; NCS. NGUYỄN NGỌC HẢI; ThS. NGUYỄN VĂN HOÀN

Khoa Đóng tàu - Trường ĐHHH

Tóm tắt

Nội dung của bài báo trình bày phương pháp tính và áp dụng tính các thông số khí xả của động cơ chính tàu thủy khi khai thác ứng với các chế độ tải khác nhau, đồng thời xác định lượng nhiệt từ khí xả có thể truyền cho nồi hơi, sản lượng hơi do nồi hơi sinh ra và nhu cầu hơi phục vụ con tàu.

Abstract

The content of the article presents the calculating method and applies it to parameter of the expired air from the main engine of the ship while working corresponding to different loading modes; as well as defines the possible amount of heat for the boiler, the steam output from the boiler and the steam need for the ship.

1. Đặt vấn đề

Động cơ chính được lắp trên những con tàu có công suất lớn thì khí xả do động cơ chính thải ra có lưu lượng lớn, áp suất và nhiệt độ còn khá cao, khoảng 0,35 MPa và 400°C, mang theo nguồn năng lượng lớn thải ra ngoài. Nguồn năng lượng này chiếm khoảng 20% đến 25% tổng nhiệt lượng cấp vào cho động cơ, ngoài ra nhiệt do nước làm mát thải ra chiếm khoảng 10% đến 16% tổng nhiệt lượng sinh ra trong buồng đốt. Nếu tận dụng triệt để nguồn năng lượng này sẽ góp phần tiết kiệm nhiên liệu và tăng hiệu suất của hệ thống động lực tàu thủy. Để tiết kiệm nhiên liệu cũng như giảm sự ô nhiễm môi trường không chỉ tìm cách nâng cao hiệu suất nhiệt của nồi hơi bằng cách giảm các tổn thất nhiệt mà còn phải tìm cách sử dụng triệt để nguồn nhiệt thải từ các động cơ diesel thải ra môi trường. Việc sử dụng nồi hơi khí xả tàu thủy mang lại nhiều lợi ích: Không tiêu tốn chất đốt; Giảm thiểu ô nhiễm môi trường; Giảm chi phí xử lý chất thải. Nội dung của bài báo trình bày phương pháp tính các thông số khí xả của động cơ chính tàu thủy khi khai thác ứng với các chế độ tải khác nhau, đồng thời xác định lượng nhiệt có thể có thể truyền cho nồi hơi, sản lượng hơi do nồi hơi sinh ra và nhu cầu hơi phục vụ cho việc hâm sấy nhiên liệu, lượng hơi phục vụ nhu cầu khác của con tàu.

2. Phương pháp tính các thông số khí xả của động cơ diesel và lượng nhiệt có thể cấp cho nồi hơi từ khí xả

2.1. Lượng khí xả G_{kx} do động cơ chính xả ra

Lượng khí xả G_{kx} (kg/h) do động cơ chính xả ra xác định theo công thức:

$$G_{kx} = G_{ni}(\alpha_1 G_o + 1) \quad (1)$$

G_{ni} - lượng tiêu hao nhiên liệu của động cơ chính, kg/h:

$$G_{ni} = g_e N_e \quad (2)$$

g_e - suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ chính, g/cv.h;

N_e - công suất định mức của động cơ chính, cv.

$$\alpha_1 - \text{hệ số dư lượng không khí thực tế: } \alpha_1 = \frac{G_{tt}}{G_{lt}} \quad (3)$$

G_{tt} - lượng không khí thực tế để đốt cháy lượng nhiên liệu phun vào xilanh, xác định theo công thức:

$$G_{tt} = \frac{\pi D^2 S \eta_n \rho_k \varphi_a}{4} \quad (4)$$

D - đường kính của ống lót xilanh động cơ, mm;

S - hành trình piston, mm;

η_n - hệ số nạp của không khí;

φ_a - hệ số khí quét trong thời gian mở trùng điệp xu páp nạp, xu páp xả;

ρ_{kk} - khối lượng riêng của không khí nạp vào động cơ, kg/m³:

$$\rho_{kk} = \frac{p}{RT} \quad (5)$$

p - áp suất khí, N/m²;

R_{kk} - hằng số không khí, Nm/kg⁰K;

T - nhiệt không khí nạp vào động cơ, °K;

Lượng không khí khô lý thuyết để đốt cháy lượng nhiên liệu phun vào xilanh trong một chu trình g_{ct}, được xác định theo công thức, kg/ct:

$$G_{it} = g_{ct} \cdot G_o \quad (6)$$

G_o - lượng không khí lý thuyết cần thiết để đốt cháy 1kg nhiên liệu, kg;

g_{ct} - lượng nhiên liệu phun vào một xilanh trong một chu trình, kg/ct:

$$g_{ct} = \frac{G_{nl}}{60 \cdot i \cdot \tau \cdot n} \quad (7)$$

G_{nl} - lượng nhiên liệu động cơ chính tiêu thụ trong 1 giờ, kg/h;

i - số xilanh của động cơ;

τ - số kỳ, động cơ chính.

2.2. Lượng nhiệt có thể cấp cho nôi hơi từ khí xả

Lượng nhiệt do khối tỏa ra Q_{kx} (W) tính theo công thức, :

$$Q_{kx} = G_{kx} C_{pkx} (t_{kv} - t_{kr}) \quad (8)$$

G_{kx} - lưu lượng khí xả của động cơ chính, kg/h;

C_{pkx} - nhiệt dung riêng đẳng áp của khí xả, J/kg. độ;

t_{kv}, t_{kr} - nhiệt độ khí xả vào và ra khỏi nôi hơi, °C;

3. Xác định lượng nôi hơi khí xả có thể tạo ra và nhu cầu hơi phục vụ con tàu

3.1. Sản lượng nôi hơi

Sản lượng của nôi hơi D_h (kg/h) có thể xác định theo công thức:

$$D_h = \frac{3,6 Q_{kx}}{i_h - i_{nc}} \quad (9)$$

Q_{kx} - lượng nhiệt của khí xả mà nôi hơi hấp thụ được;

i_h - entanpi của hơi bão hòa, kJ/kg;

i_n - entanpi của nước cấp, kJ/kg.

3.2. Lượng hơi phục vụ nhu cầu con tàu

- Lượng hơi cần thiết để phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt trên tàu D_{sh} (kg/h) xác định theo công thức:

$$D_{sh} = \frac{0,32 \cdot S \cdot 10^4}{i_h - i_n} \quad (10)$$

S - số thuyền viên trên tàu, người;

i_h - entanpi của hơi bão hòa ứng với áp suất làm việc, kJ/kg;

i_n - entanpi của nước cấp, kJ/kg.

- Sản lượng hơi cung cấp cho bộ hâm dầu động cơ chính D_{hd} (kg/h) xác định theo công thức:

$$D_{hd} = 540 \left(1 + \frac{2,72}{\sqrt[3]{6}} \right) \frac{G_{nl}}{i_h - i_n} \quad (11)$$

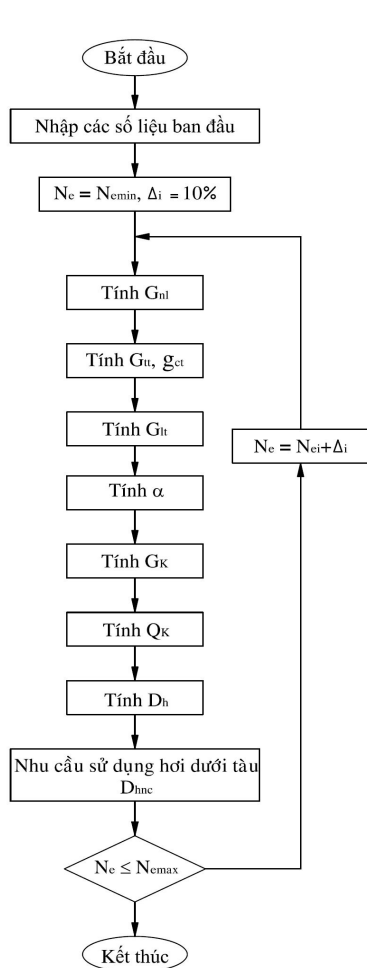
G_{nl} - lượng nhiệt liệu tiêu hao cho động cơ chính trong một giờ, kg/h.

4. Tính toán đối với động cơ G6300ZC17B

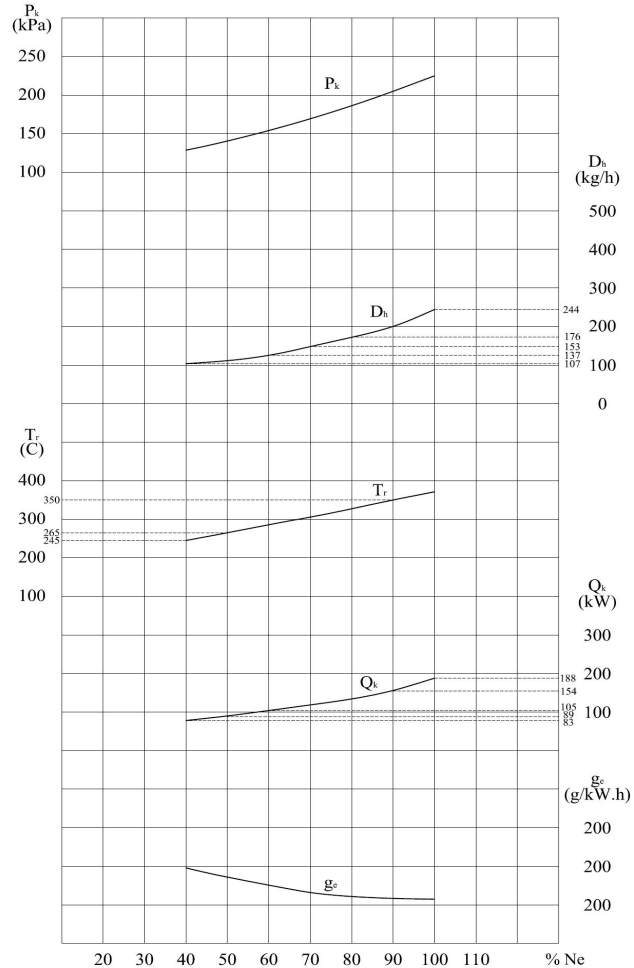
4.1. Các thông số công tác chủ yếu của động cơ

- Ký hiệu động cơ chính: G6300ZC17B;
- Công suất thiết kế của động cơ: $N_{tk} = 1800$ Hp;
- Vòng quay thiết kế: $n_{tk} = 550$ v/p;
- Đường kính piston: $D = 300$ mm;
- Hành trình piston: $S = 380$ mm;
- Suất tiêu hao nhiệt liệu: $g_e = 150$ g/ Hp.h;
- Nhiệt độ trung bình của khí xả động cơ: $t_{kx} = 350^{\circ}C$;
- Nhiệt độ trung bình của khí xả vào nồi hơi: $t_{kv} = 330^{\circ}C$;
- Trọng tải khai thác của con tàu 3600 tấn.

4.2. Tính các thông số khí xả động cơ, thông số công tác của nồi hơi và nhu cầu hơi phục vụ con tàu



Hình 1. Sơ đồ thuật toán chương trình tính các thông số khí xả của động cơ.



Hình 2. Đồ thị biểu thị quan hệ giữa công suất có ích của động cơ chính với nhiệt độ khí xả T_r , lượng nhiệt khí xả nồi hơi khí xả hấp thụ Q_k và sản lượng hơi của nồi hơi khí xả D_h .

Để tính toán các thông số khí xả chủ yếu của động cơ chính và lượng nhiệt khí xả truyền cho nồi hơi ta sử dụng các công thức đã trình bày trong mục 2.1. Trong quá trình khai thác con tàu phụ tải thường xuyên thay đổi nên các chế độ làm việc và chế độ khai thác động cơ không ổn định, khi đó các thông số của khí xả thay đổi theo do vậy lượng nhiệt khí xả truyền cho nồi hơi cũng thay đổi. Các thông số khí xả của động cơ chính tàu thủy khi khai thác ứng với các chế độ tải khác nhau, đồng thời xác định lượng nhiệt có thể có thể truyền cho nồi hơi, sản lượng hơi do nồi hơi sinh ra và nhu cầu hơi phục vụ cho việc hâm sấy nhiên liệu, lượng hơi phục vụ nhu cầu khác của con tàu được tính theo chương trình tính bằng máy tính, chương trình tính được lập theo sơ đồ thuật toán trình bày trên hình 1. Trên bảng 1 trình bày các thông số tính toán khi chế độ công tác của động cơ thay đổi từ 40 đến 100% tải và kết quả tính được biểu diễn trên hình 2.

Trong quá trình khai thác động cơ công suất có ích có thể thay đổi từ giá trị nhỏ nhất đến 100% Ne, tuy nhiên nồi hơi khí xả chỉ làm việc hiệu quả trong khoảng từ 40 đến 100% Ne, bên cạnh đó còn phải xét đến yếu tố nhiệt độ khí xả ra khỏi cụm nồi hơi, bộ hâm nước tiết kiệm để tránh nhiệt độ điểm sương. Kết quả tính các thông số chủ yếu của môi chất nạp, xả khi động cơ chính thay đổi chế độ công tác từ 40 đến 100% tải được biểu diễn trên bảng 1.

Bảng 1. Các thông số của môi chất nạp, xả khi chế độ công tác của động cơ thay đổi từ 40 đến 100% tải.

% Ne	pk kPa	Gnl kg/h	pk kg/m ³	Gtt kg/h	gct g/ct	Gl103 kg/h	α_1	Gk kg/h	Qk W	Dhd kg/h	Dh kg/h
40	131	126,0	1,38	0,041	1,27	18,00	2,26	1,17	82928	86	107
50	144	153,0	1,47	0,044	1,55	22,00	1,99	1,25	89305	99	116
60	160	178,2	1,60	0,047	1,75	24,23	1,89	1,41	10525	108	137
70	175	201,6	1,79	0,053	2,04	29,12	1,81	1,51	11751	119	153
80	188	223,2	1,93	0,057	2,26	32,25	1,76	1,62	13578	138	176
90	208	243,0	2,07	0,060	2,46	35,11	1,71	1,71	15424	145	200
100	225	270,0	2,24	0,065	2,73	38,99	1,66	1,86	18848	159	244

5. Kết luận

1. Năng lượng khí xả của động cơ diesel chiếm khoảng 20% đến 25% tổng nhiệt lượng cấp vào cho động cơ, năng lượng do nước làm mát thải ra chiếm khoảng 10% đến 16% tổng nhiệt lượng sinh ra trong buồng đốt.

2. Sử dụng nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả sẽ góp phần tiết kiệm nhiên liệu và tăng hiệu suất của hệ thống động lực tàu thủy, đồng thời giảm thiểu ô nhiễm môi trường, giảm chi phí xử lý chất thải.

3. Trong quá trình khai thác động cơ chính tàu thủy phụ tải có thể thay đổi từ chế độ tải nhỏ nhất đến tải lớn nhất, nhưng nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả có thể phát huy tác dụng khi thay đổi từ 40 – 100% tải động cơ.

4. Nếu sử dụng nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả có thể sinh hơi đáp ứng toàn bộ nhu cầu hơi của con tàu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Ngọc Hải, Lê Viết Lượng, Phạm Lê Dân (2007), *Đánh giá các loại nồi hơi khí xả đang sử dụng và đề xuất dạng kết cấu mới*, Tạp chí Khoa học - Công nghệ Hàng hải, Hải Phòng.
- [2] Lê Viết Lượng (2000), *Lý thuyết động cơ diesel*, NXB Giáo dục.

Người phản biện: ThS. Bùi Văn Lưu