

## ĐỀ XUẤT GIỚI HẠN ĐỘ GIẢM TỈ SỐ NÉN CHO ĐỘNG CƠ DIESEL MÁY CHÍNH TÀU CÁ VIỆT NAM

### PROPOSED COMPRESSION REDUCTION LIMIT FOR COMPRESS IGNITION ENGINE OF VIETNAMESE FISHING VESSELS MACHINE

**Phùng Minh Lộc<sup>1</sup>, Phạm Trọng Hợp<sup>1</sup>, Mai Đức Nghĩa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Trường Đại học Nha Trang

<sup>2</sup>Trường Sĩ Quan Không quân

Tác giả liên hệ: Phùng Minh Lộc (Email: locpm@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 28/01/2021; Ngày phản biện thông qua: 04/03/2021; Ngày duyệt đăng: 29/03/2021

#### TÓM TẮT

Với động cơ diesel - nhiên liệu tự bốc cháy do quá trình nén, vì vậy, tỉ số nén quyết định hiệu suất và công suất của động cơ. Do hao mòn, tỉ số nén tất yếu giảm, bài báo này đề xuất giới hạn độ giảm đó trên cơ sở sự sụt giảm công suất cho phép.

**Từ khóa:** Tỉ số nén, động cơ diesel tàu cá, công suất, hiệu suất.

#### ABSTRACT

Characteristics of a diesel engine – that the fuel ignites itself by the compression process. Therefore, the compression ratio determined the engine's efficiency and power. Compression ratio decreases due to wear. This article proposed the levels of limit based on the decrease of maximum allowable power.

**Keywords:** Compression ratio, fishing vessel diesel engine, power, efficiency.

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đăng kiểm là cơ quan nhà nước có chức năng kiểm tra, giám sát, xác nhận việc tuân thủ các tiêu chuẩn bảo đảm an toàn vận hành các phương tiện cơ giới đường bộ và đường thủy, an toàn của người và hàng hóa ở trên các phương tiện đó. Đăng kiểm tàu cá thực hiện việc quản lý kỹ thuật, kiểm tra an toàn kỹ thuật từ khi thiết kế, đóng mới đến quá trình khai thác, nhằm đảm bảo an toàn cho người và tàu cá trong những điều kiện nhất định. Tàu cá có chiều dài từ 12 mét trở lên, lắp máy có tổng công suất máy chính từ 20 CV trở lên thuộc diện phải đăng kiểm.

Hiện nay, vấn đề tổ chức, xây dựng lực lượng, đầu tư cơ sở vật chất phục vụ công tác đăng kiểm tàu cá nói chung và máy chính nói riêng trong hệ thống cơ quan đăng kiểm tàu cá chưa được quan tâm thỏa đáng. Công tác kiểm tra an toàn kỹ thuật máy chính gần như không có thiết bị kiểm tra đánh giá tình trạng kỹ thuật, diễn biến về an toàn kỹ thuật và tuổi thọ của

máy. Về quản lý kỹ thuật, chưa xây dựng các tiêu chuẩn, quy phạm, quy trình kiểm tra an toàn kỹ thuật máy chính (chủ yếu dựa vào quy chuẩn của tàu giao thông).

Vì điều này, bài báo sẽ trình bày kết quả nghiên cứu về độ giảm tỉ số nén cho phép của động cơ diesel, làm cơ sở đề xuất tiêu chuẩn phục vụ đăng kiểm máy chính tàu cá nước ta.

### II. ĐỐI TƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 1. Đối tượng nghiên cứu:

Mối quan hệ giữa công suất với tỉ số nén của động cơ diesel.

#### 2. Phương pháp nghiên cứu:

- Lý thuyết về chu trình và thông số công tác của động cơ diesel.

- Thực nghiệm trên bộ thử: Động cơ hãng Yanmar - 4CHE là một trong những động cơ thủy được sử dụng nhiều cho tàu cá, có các thông số kỹ thuật phù hợp với đối tượng nghiên cứu.

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 1. Cơ sở lý thuyết

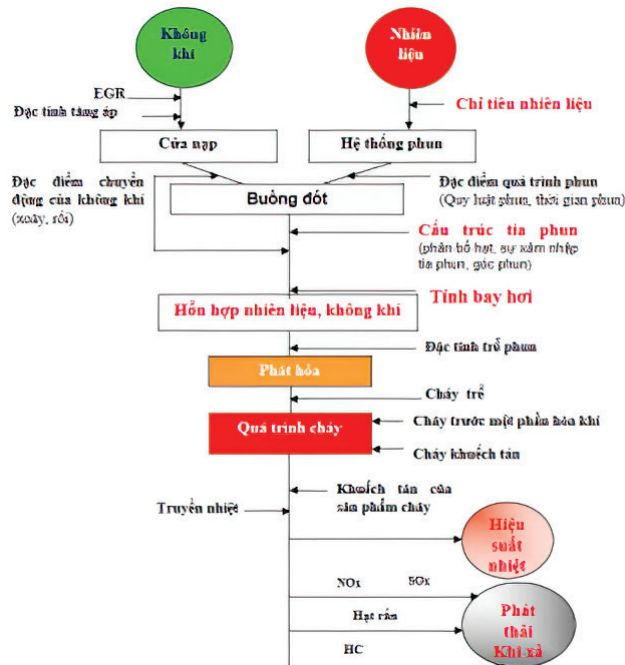
Các thông số chu trình công tác của động cơ diesel đặc biệt là công suất và suất tiêu hao nhiên liệu phụ thuộc chủ yếu vào thông số hệ thống nạp, độ kín buồng cháy và thông số hệ thống phun (hình 1) [5].

Nghiên cứu này tập trung về thông số phản ánh độ kín buồng cháy, đó là:

$$\text{Tỉ số nén } \epsilon = V_a / V_c \quad (1)$$

$$\text{Áp suất cuối quá trình nén } p_c = p_a \cdot \epsilon^{n1} \quad (2)$$

Với động cơ diesel, giá trị của tỉ số nén trong khoảng  $\epsilon = (13 - 21)$ . Qua điều tra, tỉ số nén của các động cơ diesel máy chính tàu cá tại một số tỉnh Nam Trung bộ dao động trong khoảng từ (16 - 17) (Bảng 1) [1]



Hình 1. Sơ đồ mô tả chu trình công tác của động cơ diesel.

Bảng 1. Tỉ số nén động cơ diesel tàu cá

TT	Hãng	Mã hiệu	Tỉ số nén
1	Mitsubishi	6D22	17
		6D	16
		S6BF-MTK	17
2	Yanmar	6CHE	16,4
		6TY120	16
		4LH-HT	17
3	Cummins	N14	17
		NTC	17
		6BT	17
4	Komatsu	6M	17
		6D	17
		6M125A	17
5	Daewoo	6D2366	17
		V158TIE	17
		DE12	17

Tỉ số nén hình học thay đổi không nhiều theo thời gian, nhưng tỉ số nén thực tế giảm do hao mòn làm hở buồng cháy tại: Piston xéc măng và lót xy lanh, xupáp và đế xupáp, gioăng nắp xi lanh.

Lượng nhiên liệu do động cơ tiêu thụ để sinh ra một đơn vị công suất có ích trong một đơn vị thời gian được gọi là lượng tiêu hao nhiên liệu riêng có ích, gọi tắt là suất tiêu hao nhiên liệu có ích (ge). Đơn vị là g/kW.h. Có thể tính suất tiêu hao nhiên liệu bằng công thức sau [4]:

$$g_e = \frac{A_h \cdot C_d}{N_c} \cdot \sqrt{2\rho_1(p_{inj} - p_c)} \quad (3)$$

Trong đó:

- $A_h$ : Diện tích mặt cắt lỗ phun, [cm<sup>2</sup>];
- $\rho_1$ : Khối lượng riêng nhiên liệu, [g/cm<sup>3</sup>];
- $C_d$ : Hệ số giãn dòng của vòi phun, [-];
- $p_c$ : Áp suất cuối kỳ nén, [bar];
- $p_{inj}$ : Áp suất phun nhiên liệu, [bar];
- $N_c$ : Công suất có ích của động cơ, [kW].

Công thức (3) cho thấy,  $g_e$  và  $N_c$  phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó có  $p_c$ . Hiển nhiên, khi tỉ số nén thay đổi thì áp suất trong xy lanh

thay đổi và ngược lại (công thức 2). Thay đổi tỉ số nén do sự gia tăng thể tích buồng cháy bởi hao mòn hay nguyên nhân nào khác đều làm thay đổi quá trình cháy dẫn đến thay đổi công suất và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ.

Độ lệch nhỏ của tỉ số nén của động cơ diesel máy chính tàu cá của các hãng phổ biến (bảng 1), là điều kiện thuận lợi để nghiên cứu thực nghiệm đề xuất giới hạn độ giảm cho phép.

## 2. Kết quả thực nghiệm

Nghiên cứu này được thực hiện trên phanh thủy lực, phòng thí nghiệm động cơ Trường Đại học Nha Trang. Động cơ thử nghiệm là động cơ diesel thủy Yanmar - 4CHE, 4 xy lanh, phun trực tiếp của hãng Yanmar có kết nối bộ đo tiêu thụ nhiên liệu, hệ thống phanh thủy lực và bộ đo công suất Dynamite 13 dual - rotor của hãng Land – Sea, Hoa Kỳ (hình 2). Thông số chính của động cơ trình bày trong bảng 2. Quá trình thực nghiệm được thực hiện như sau: Thay đổi gioăng nắp xi lanh để thay đổi tỉ số nén và tiến hành đo giá trị đo và suất tiêu hao nhiên liệu tăng tương ứng với độ giảm công suất đến ngưỡng 15% [3].

**Bảng 2. Thông số động cơ thực nghiệm.**

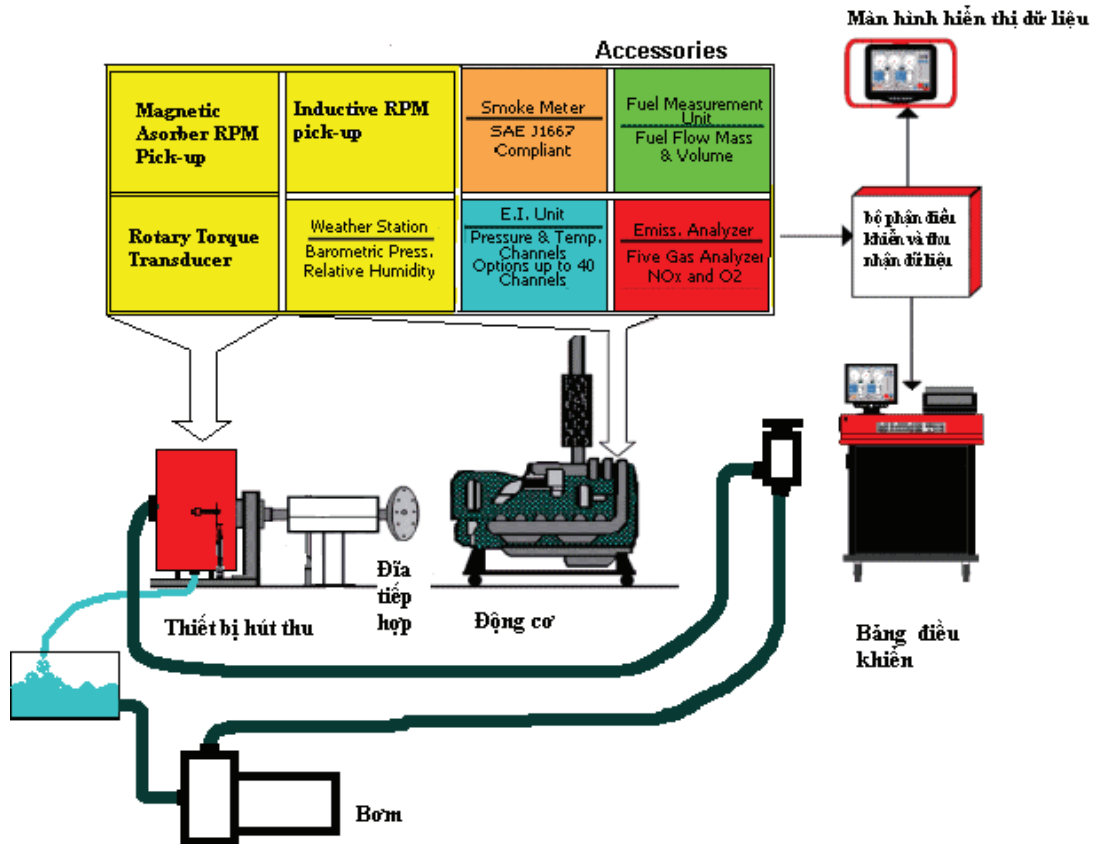
Thông số	Động cơ 4CHE
Kiểu buồng cháy/ phun nhiên liệu	Thống nhất/ phun trực tiếp
Số xy lanh	4
Đường kính xy lanh x hành trình piston (mm)	105x125
Công suất định mức (Hp/rpm)	70/2300
Tỉ số nén	16,4
Tốc độ thử nghiệm (rpm)	1400
Áp suất phun (bar)	220

Để xác định độ giảm tỉ số nén, sử dụng phương pháp mở rộng thể tích buồng cháy bằng cách thay đổi chiều dày gioăng giữa khối xy lanh và nắp xi lanh. Thứ tự các gioăng dùng trong tính toán sự thay đổi thể tích buồng cháy bao gồm các gioăng có chiều dày:  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$ . Trong đó,  $b_0$  là gioăng nguyên mẫu của động cơ. Tương ứng với mỗi gioăng sẽ tính được tỷ số nén gồm:  $\epsilon_0, \epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$ . Các giá trị chiều dày gioăng áp dụng trong tính toán và phục vụ thực nghiệm đều có trên thị trường và đảm bảo được mức độ thay đổi lân cận của tỷ

số nén  $\leq 5\%$  (bảng 3) [2].

Thực nghiệm được tiến hành dựa trên cơ sở lý thuyết về xây dựng các đường đặc tính, về số điểm đo cũng như độ tin cậy của giá trị đo tại mỗi điểm. Thời gian ghi nhận số liệu cho một lần đo trên 1000 chu kỳ, số liệu thu được cho một lần đo là trung bình của các giá trị có tần suất xuất hiện nhiều nhất trong thời gian ghi nhận.

Kết quả đo công suất và suất tiêu hao nhiên liệu theo 5 trường hợp tỷ số nén (bảng 3) thể hiện trong bảng 4.



Hình 2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm.

Bảng 3. Tổng hợp kết quả tính toán về sự thay đổi tỷ số nén.

Tỷ số nén	Giá trị	Gioăng	Độ giảm tỷ số nén
$\epsilon_0$	16,40	$b_0$	0
$\epsilon_1$	15,86	$b_1$	-3,53%
$\epsilon_2$	15,50	$b_2$	-5,50%
$\epsilon_3$	15,10	$b_3$	-8,53%
$\epsilon_4$	14,64	$b_4$	-10,72%

Khi tỉ số nén giảm, áp suất và nhiệt độ cuối quá trình nén giảm, vận động xoáy lốc yếu, nhiên liệu khó bay hơi... dẫn đến quá trình hình thành hỗn hợp cháy và cháy nhiên liệu xấu đi.

Nhiên liệu cháy không hoàn toàn và cháy rớt trên đường dẫn nở, khiến giảm hiệu suất nhiệt, dẫn đến giảm công suất, tăng suất tiêu hao nhiên liệu theo công thức (3).

Bảng 4. Công suất và suất tiêu hao nhiên liệu thay đổi theo độ giảm tỉ số nén.

Độ giảm tỉ số nén so với nguyên mẫu (%)	Độ giảm công suất (%)	Độ tăng suất tiêu hao nhiên liệu (%)
0 (nguyên mẫu)	0	0
-3,53%	- 3,74	+ 3,89
-5,50%	- 8,04	+ 8,75
-8,53%	- 9,96	+ 11,06
-10,72%	- 15,08	+ 17,77

Kết quả tại bảng 4 cho thấy, khi giảm tỉ số nén đến 10,7%, thì công suất giảm trên 15% và suất tiêu hao nhiên liệu tăng đến khoảng 18%. Nghĩa là, máy chính tàu cá:

(1) Không phát đủ công suất yêu cầu, cần lưu ý rằng, độ giảm công suất này không phải là so với công suất thiết kế mà là công suất quy đổi.

TCVN 1685-75 quy định cách quy đổi công suất của động cơ diesel không tăng áp như sau:

$$N_{eq} = N_e \cdot \frac{746}{B - P_n} \cdot \frac{273 + t}{293} \quad (4)$$

trong đó :

$N_{eq}$ : công suất quy đổi, [kW]

$N_e$ : công suất đo được khi thí nghiệm, [kW]

B: áp suất khí quyển trong khi thí nghiệm, [mm Hg]

$P_n$ : phân áp suất của hơi nước trong không khí ẩm trong điều kiện nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí tại phòng thí nghiệm, [mm Hg]

t: nhiệt độ của không khí trong phòng thí nghiệm được đo ở khoảng cách 1,5 m từ miệng hút không khí của động cơ, [°C]

Với nhiệt độ và độ ẩm cao của khí hậu nước ta, công suất quy đổi có thể nhỏ hơn công suất đo từ (10-15)%, như vậy *tổng độ sụt giảm công*

*suất so với công suất thiết kế lên đến (25-30)%*. Điều đó dẫn đến công suất không đáp ứng năng lượng yêu cầu của liên hợp vỏ tàu và chân vịt, tàu sẽ gặp nguy hiểm khi đông gió.

(2) Tiêu hao nhiên liệu lớn, giá thành sản phẩm tăng cao, đặc biệt khi khai thác xa bờ.

## IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận

Khi giảm áp suất cuối kỳ nén thì công suất giảm, suất tiêu hao nhiên liệu tăng lên. Để công suất động cơ diesel máy chính tàu cá không sụt giảm quá 15% so với công suất quy đổi, mức độ cho phép giảm tỉ số nén nên giới hạn không quá 10%.

Tỉ số nén tại thời điểm kiểm tra dễ dàng xác định theo công thức (2), khi đo áp suất cuối kỳ nén  $p_c$  với chỉ số nén đa biến trung bình trong khoảng  $n_1 = (1,32 - 1,34)$  [5].

### 2. Kiến nghị

Kế thừa nghiên cứu này, có thể đề xuất nghiên cứu giới hạn các thông số của hệ thống phun nhiên liệu như hình 1.

Cơ quan đăng kiểm tàu cá thuộc Tổng cục Thủy sản, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn cần sớm tổ chức xây dựng quy chuẩn an toàn kỹ thuật cho động cơ diesel máy chính tàu cá Việt Nam.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Phùng Minh Lộc (2020), *Khảo sát các thông số kiểm định động cơ diesel máy chính tàu cá*, Báo cáo khoa học đề tài NCKH cấp Bộ, mã số B2020-TSN-02.
2. Trần Văn Thông (2017), *Nghiên cứu ảnh hưởng của áp suất cuối kỳ nén đến tính năng kỹ thuật của động cơ diesel*, Luận văn thạc sĩ, Trường đại học Nha Trang.
3. Nguyễn Tất Tiến (2004), *Giáo trình Kỹ thuật sửa chữa ô tô, máy nổ*, Nhà xuất bản Giáo dục.
4. Hồ Đức Tuấn, Mai Đức Nghĩa (2019), *Nghiên cứu đề xuất bộ thông số chẩn đoán trạng thái kỹ thuật cho máy chính tàu cá Việt Nam*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy sản số 01/2019.

### Tiếng Anh

5. Carten Baumgarten, 2006. *Mixture formation in internal combustion engines*, Germany.