

# ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA LÀM MÁT TRUNG GIAN KHÍ NẠP ĐẾN CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ, KỸ THUẬT, PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ D1146TI TRÊN XE BUS

THE EFFECTS OF THE INTER - COOLER TO PERFORM MANER AND EMISSIONS CHARAETRISTICS OF THE D1146TI DIESEL ENGINE ON THE BUS

Nguyễn Huy Chiến<sup>1\*</sup>, Nguyễn Hà Hiệp<sup>2</sup>

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày về động cơ D1146TI sử dụng tăng áp bằng tuabin khí liên hệ khí thể. Sơ đồ nguyên lý của tăng áp; cấu tạo turbo tăng áp động cơ; thông số kỹ thuật turbo tăng áp động cơ; ứng dụng bộ làm mát trung gian khí nạp để làm mát nguồn khí nóng từ máy nén trước khi đi vào buồng đốt động cơ D1146TI. Trên cơ sở sử dụng phần mềm Diesel - RK đánh giá những ảnh hưởng đến công suất, chỉ tiêu công tác động cơ khi được làm mát trung gian khí nạp. Kết quả nghiên cứu cho thấy quá trình làm giảm nhiệt độ khí nạp trung gian sẽ làm tăng công suất động cơ, làm giảm nhiệt độ khí cháy, làm giảm nhiệt độ động cơ khi làm việc và làm giảm lượng phát thải NO<sub>x</sub>.

**Từ khóa:** Động cơ D1146TI, turbo tăng áp, làm mát trung gian khí nạp.

## ABSTRACT

The article on the D1146TI engine uses turbocharged: Diagram of the principle of turbocharging; engine turbocharger construction; engine turbocharger specifications; application of an air-to-air cooler to cool the hot air from the compressor before entering the D1146 TI engine combustion chamber. Based on the use of software Diesel - RK the effects of air-to-air cooling on the engine power and performances are investigated. Research results showed the process of reducing intermediate air intake temperature will increasing the engine capacity, reduce the combustion air temperature, reduce the engine temperature when working and reduce NO<sub>x</sub>.

**Keywords:** D1146TI engine, turbocharger, intercooler.

<sup>1</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>2</sup>Học viện Kỹ thuật Quân sự

\*Email: chiennh@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 07/01/2019

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 20/4/2019

Ngày chấp nhận đăng: 15/8/2019

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở trong máy nén của turbo tăng áp không khí được nén lại sẽ nóng lên và đi vào ĐCĐT (Động cơ đốt trong). Muốn tăng công suất của động cơ, phải đạt được một mục tiêu là đưa thêm nhiều phân tử khí vào trong xilanh mà không làm tăng nhiệt độ khí [4]. Để đạt được điều

này, một bộ làm mát trung gian hay một bộ làm mát khí nạp được lắp thêm vào hệ thống. Nó được xem như là một két làm mát nhưng chỉ khác là không khí được thổi đi vào và đi ra khỏi bộ làm mát trung gian này. Mục tiêu của bài báo hướng đến là sử dụng phần mềm Diesel - RK để xác định sự thay đổi của các thông số động cơ khi làm mát trung gian khí nạp.

## 2. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

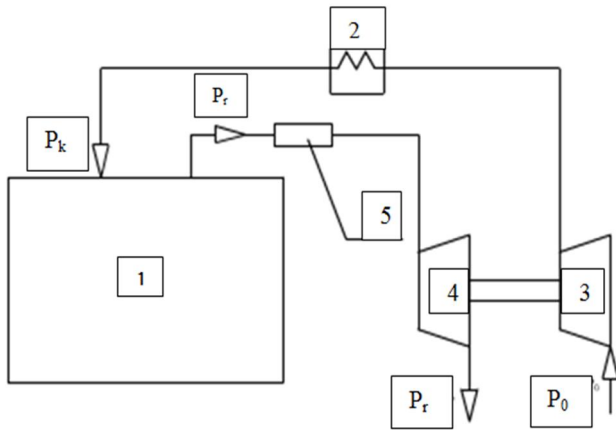
Động cơ D1146TI sử dụng turbo tăng áp cho phép sử dụng năng lượng khí xả để tăng hiệu suất. Thông số kỹ thuật của động cơ D1146TI được trình bày trong bảng 1 [2].

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của động cơ D1146TI

STT	Các thông số	Loại động cơ	Ghi chú
1	Mã động cơ	D1146TI	
2	Số xilanh	6	
3	Đường kính xilanh (mm)	111	
4	Hành trình piston (mm)	139	
5	Dung tích công tác (cm <sup>3</sup> )	8071	
6	Tỷ số nén	16,8:1	
7	Công suất định mức (KW)/vòng quay (v/ph)	150/2200	
8	Mô men cực đại (N.m)/vòng quay (v/ph)	75/1400	
9	Thứ tự công tác	1-5-3-6-2-4	
10	Khe hở xupáp (nạp xả)	0,6 - 0,3	
11	Thời điểm phun (trước ĐCT)	15°	Góc quay trục khuỷu
12	Áp suất phun nhiên liệu (bar)	214	
13	Dung tích dầu bôi trơn (lít)	15,5	
14	Dung tích nước làm mát (lít)	14	

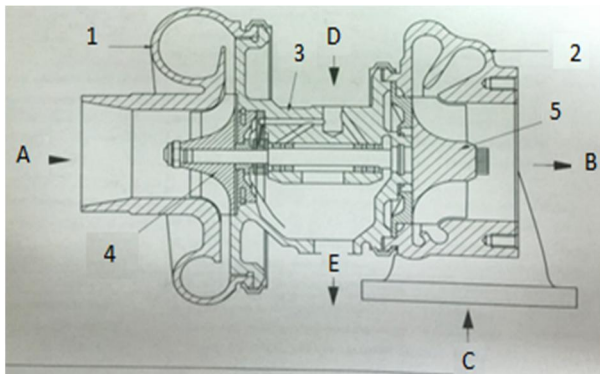
Sơ đồ nguyên lý của tăng áp thể hiện ở (hình 1) theo phương án này, tuabin và máy nén được nối đồng trục với nhau. Khí xả được giãn nở trong cánh tuabin làm tuabin quay và dẫn động máy nén, nén không khí tới áp suất tăng áp và đi vào động cơ.

Cấu tạo turbo tăng áp trên động cơ D1146TI (hình 2) và thông số kỹ thuật (bảng 2).



Hình 1. Sơ đồ tăng áp tuabin động cơ D1146TI [2]

- 1. Động cơ
- 2. Thiết bị làm mát trung gian khí nạp
- 3. Máy nén
- 4. Tuabin
- 5. Bình xả
- $P_k$ , Áp suất không khí qua máy nén
- $P_0$ , Áp suất môi trường
- $P_r$ , Áp suất khí xả



Hình 2. Cấu tạo turbo tăng áp động cơ D1146TI [2]

- 1. Máy nén
- 2. Tuabin khí xả
- 3. Thân turbo
- 4. Cánh máy nén
- 5. Cánh tuabin
- A. Đường không khí vào máy nén
- B. Đường khí xả thoát ra
- C. Đường khí xả từ động cơ
- D. Đường dầu bôi trơn trực máy nén với tuabin
- E. Đường thoát dầu bôi trơn

Bảng 2. Thông số kỹ thuật turbo tăng áp động cơ D1146TI [2]

Động cơ	D1146TI
Mã turbo	ALLIED SIGNAL 466721-12
Áp suất nén	1,26bar
Thể tích khí nạp vào	16,8m <sup>3</sup> /phút ở 102,800 vòng/phút
Tốc độ tối đa của tuabin	126,150 vòng /phút
Nhiệt độ khí xả vào tuabin	750°C
Bôi trơn trực tuabin	Bằng dầu động cơ
Khối lượng cụm turbo	9,5kg

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Vấn đề tăng áp để cường hóa động cơ và sự thay đổi các thông số của khí nạp đối với động cơ D1146TI

Ảnh hưởng tăng áp đến nhiệt độ không khí tăng áp  $T_k$  thể hiện qua phương trình [1]:

$$T_k = T'_0 \pi_k^{\frac{n_k-1}{n_k}} \tag{1}$$

Trong đó:

- $\pi_k = \frac{P_k}{P'_0}$  là tỷ số tăng áp suất trong máy nén;
- $P'_0, P_k$  là áp suất không khí tại cửa vào và cửa ra máy nén, bar;
- $T'_0, T_k$  là nhiệt độ không khí tại cửa vào và ra của máy nén, K;
- $n_k$  là chỉ số nén không khí đa biến trong máy nén (đối với máy nén ly tâm  $n_k = 1,8 \div 2$ ).

Từ công thức (1) ta có, đối với động cơ D1146TI thì:

$$P_k = 1,26\text{bar} \text{ [5]}$$

$P'_0 = 1\text{bar}$  áp suất không khí ngoài môi trường ở cửa vào

Vậy tỷ số tăng áp trong tuabin là  $\pi_k$

$$\pi_k = \frac{P_k}{P'_0} = \frac{1,26}{1} = 1,26$$

$T'_0 = T_0 + t^0$  ( $t^0$  là nhiệt độ môi trường tại thời điểm không khí đầu vào tuabin chọn  $t^0 = 21^\circ\text{C}$ ). Suy ra:  $T'_0 = 273 + 21 = 294\text{K}$

Theo công thức (1) ta có:  $T_k = T'_0 \pi_k^{\frac{n_k-1}{n_k}}$

Vì turbo động cơ D1146TI là kiểu tua bin nén ly tâm nên  $n_k$  chọn trong khoảng  $n_k = 1,8 \div 2$  cụ thể chọn  $n_k = 2$ .

$$\text{Vậy } T_k = 294 \times 1,26^{\frac{2-1}{2}} = 330\text{K}$$

$$\text{Vậy } T_k = 330\text{K}, P_k = 1,26\text{kg/cm}^2 = 1,26\text{bar}$$

#### 3.2. Nhập các thông số về bộ làm mát khí nạp

Trong chương trình Diesel-RK [3] hệ số làm mát khí nạp E được tính như sau:

$$E_{cool} = (T'_k - T_k) / (T'_k - T_{cool}) \tag{2}$$

Trong đó:

$T'_k$  - Nhiệt độ khí đi ra khỏi bộ làm mát;

$T_k$  - Nhiệt độ khí đi vào bộ làm mát;

$T_{cool}$  - Nhiệt độ của môi chất đi làm mát.

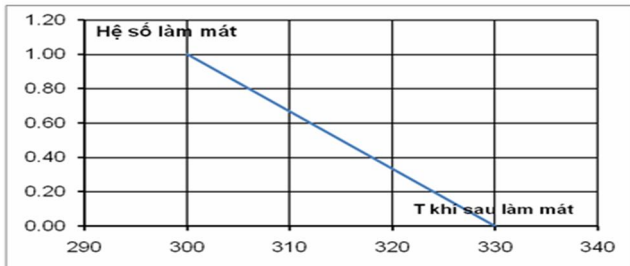
Theo tính toán (phần 3.1), khi lấy nhiệt độ của không khí môi trường là  $21^\circ\text{C}$  (294K) thì với tỷ số tăng áp của máy nén trên động cơ D1146TI là 1,26 thì ta có thể xác định nhiệt độ khí sau máy nén là 330K (nhiệt độ khí trước khi làm mát).

Hệ số làm mát khí nạp E theo các giá trị nhiệt độ của khí sau làm mát như bảng 3.

Bảng 3. Bảng nhiệt độ khí làm mát và hệ số E

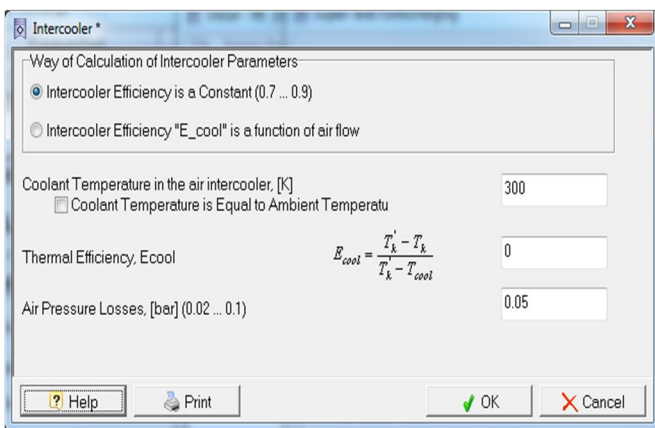
T khí trước làm mát, K	T khí sau làm mát, K	Hệ số E
330	330	0,00
330	325	0,17
330	320	0,33
330	315	0,50
330	310	0,67
330	305	0,83
330	300	1,00

Sự thay đổi của hệ số làm mát khí nạp E được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Đồ thị thay đổi của E

Cửa sổ nhập thông số E trên phần mềm Diesel - RK như trên hình 4 [3].



Hình 4. Cửa sổ nhập thông số E

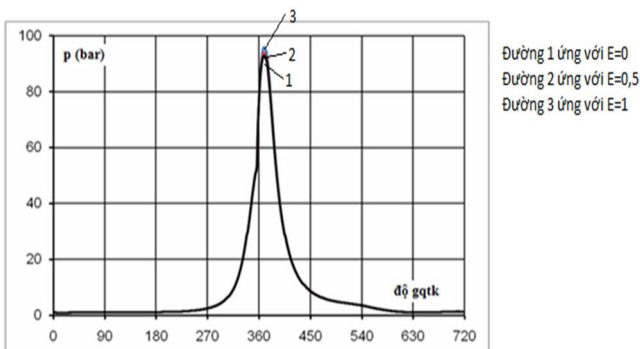
### 3.3. Mô phỏng chạy thử nghiệm bằng phần mềm Diesel-RK

Sau khi nhập xong cho chương trình tính toán ở chế độ công suất định mức của động cơ (có công suất  $N_e = 150kW$ ,  $n = 2200v/ph$ ), với 3 phương án làm mát khí nạp:

- Làm mát toàn bộ: Khi  $E = 1$  (nhiệt độ khí nạp được làm mát đến nhiệt độ môi trường là 300K)
- Làm mát trung bình: khi  $E = 0,5$  (nhiệt độ khí nạp được làm mát đến nhiệt độ là 315K)
- Không làm mát: Khi  $E = 0$  (nhiệt độ khí nạp vẫn là 330K)

Các kết quả tính như sau:

#### 3.3.1. Đồ thị chu trình công tác của động cơ (hình 5)



Hình 5. Đồ thị chu trình công tác của động cơ

Nhận xét:

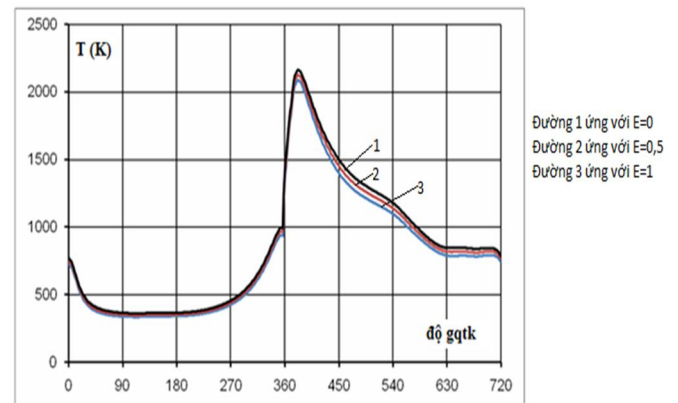
- Giá trị cực đại của áp suất trong xi lanh tại vị trí góc quay trục khuỷu bằng  $370^0$

E	E = 1	E = 0,5	E = 0
P(Áp suất)	95,91	94,07	92,79

- Công suất động cơ đạt các giá trị:

E	E = 1	E = 0,5	E = 0
$N_e(kW)$	156,8	154,5	152,3

#### 3.3.2. Đồ thị nhiệt độ trong xi lanh (hình 6)

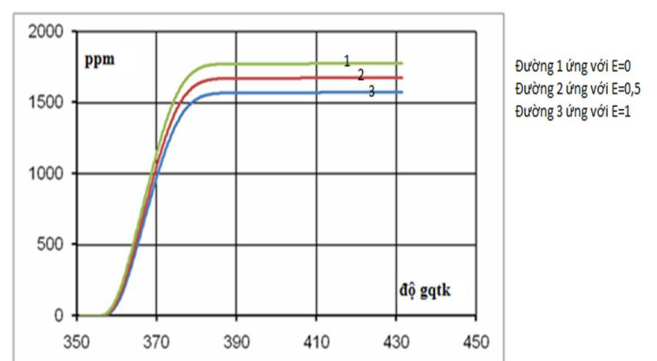


Hình 6. Đồ thị nhiệt độ trong xi lanh

Nhận xét: Giá trị cực đại của nhiệt độ trong xi lanh tại vị trí góc quay trục khuỷu bằng  $382^0$ .

E	E = 1	E = 0,5	E = 0
T(K)	2087,70	2125,10	2162,90

#### 3.3.3. Đồ thị lượng NOx trong khí thải (hình 7)



Hình 7. Đồ thị lượng NOx trong khí thải

Nhận xét:

- Lượng phát thải  $NO_x$  tăng nhanh sau  $350^0$  góc quay trục khuỷu, dần ổn định tại vị trí góc quay trục khuỷu bằng  $380 - 390^0$ .

- Giá trị cực đại của lượng phát thải  $NO_x$  phụ thuộc vào hệ số E.

E	E = 1	E = 0,5	E = 0
$NO_x$	1572	1675	1777

## 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 4.1. Kết luận

Qua nghiên cứu cho thấy, quá trình làm giảm nhiệt độ khí nạp trung gian sẽ làm tăng công suất động cơ, làm giảm nhiệt độ khí cháy, làm giảm nhiệt độ động cơ khi làm việc và làm giảm lượng phát thải  $\text{NO}_x$ , đây là kết quả thu được khi làm mát trung gian khí nạp.

Khi ứng dụng phần mềm Diesel - RK để tính toán mô phỏng, khảo sát ảnh hưởng của làm mát trung gian khí nạp đến các chỉ tiêu công tác, kinh tế - năng lượng và môi trường của động cơ D1146TI đã cho các kết quả phù hợp thực tế, sát với các giá trị do nhà sản xuất đưa ra trong đồ thị đặc tính ngoài của động cơ. Điều này cho thấy khả năng ứng dụng phần mềm nêu trên để tính toán cho các động cơ diesel khác là phù hợp, làm cơ sở tìm ra các giải pháp tăng công suất, giảm nhiệt độ khí cháy, giảm nhiệt độ động cơ khi làm việc và hạn chế các phát thải độc hại  $\text{NO}_x$ .

### 4.2. Kiến nghị

Nghiên cứu cần được tiếp tục với các nội dung sau:

- Hoàn thiện hơn nữa với khả năng tăng áp của động cơ để có áp suất  $P_k$  vào động cơ lớn hơn.
- Tiếp tục nghiên cứu phương pháp hạ nhiệt độ không khí nạp tăng áp  $T_k$  để có kết quả tốt hơn.
- Tiến hành áp dụng thực nghiệm với các loại động cơ diesel khác để cải tiến công suất động cơ, đặc biệt là động cơ xe bus.

---

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Viết Lương, 2004. *Lý thuyết động cơ Diesel*. NXB Giáo dục.
- [2]. Các tài liệu kỹ thuật về động cơ D1146TI.
- [3]. <http://www.diesel-rk.bmstu.ru> truy cập ngày 13 tháng 12 năm 2018.
- [4]. Nguyễn Tất Tiến, 2003. *Nguyên lý động cơ đốt trong*. NXB Giáo dục.
- [5]. Lê Kim Dương, 2005. *Nhiệt động học kỹ thuật*. Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, 2005.

---

### AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Huy Chien<sup>1</sup>, Nguyen Ha Hiep<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Hanoi University of Industry

<sup>2</sup>Military Technical Academy