

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CẢI TIẾN BỘ GIẢM ỒN TRÊN ĐƯỜNG  
THẢI ĐỘNG CƠ DIESEL 490QZL**

RESEARCH ON IMPROVEMENT DESIGN OF NOISE REDUCTION FOR EXHAUST  
MANIFOLD OF THE 490QZL DIESEL ENGINE

**Lê Công Báo, Lê Hoài Đức, Vũ Xuân Thiệp**  
Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

**TÓM TẮT**

*Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu cải tiến, chế tạo và thử nghiệm bộ tiêu âm động cơ diesel 490 QZL, lắp trên bộ thử công suất tại Phòng Thí nghiệm A10, Trường Đại học Giao thông Vận tải. Cụ thể đã giảm tiếng ồn từ 115 Db xuống 99 Db, trong khi cải tiến không làm thay đổi nhiều về mặt kết cấu của động cơ. Kết quả này là cơ sở quan trọng cho việc cải tiến hệ thống thải để giảm ồn động cơ diesel lắp trên các phương tiện giao thông.*

**Từ khóa:** Bộ tiêu âm; Phương tiện giao thông; Tăng áp; Tiếng ồn động cơ,...

**ABSTRACT**

*This paper presents the result of improvement research, manufacturing and testing for muffler on exhaust manifold of the 490QZL diesel engine on the engine dynamometer, located in A10 building University of Transport and Communications. In the experiment the total loudness of the engine noise was reduced from 115 Db to 99 Db without much changing about construction of engine. This result was the important basis for exhaustion system improvement of the diesel engines on vehicles.*

**Keywords:** Enginenoise, muffler, supercharged engine, vehicles,...

**1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Động cơ diesel được sử dụng khá phổ biến vì khả năng phát huy công suất và tính kinh tế của nhiên liệu, tuy nhiên có nhược điểm là rung và ồn rất lớn và nhận được sự quan tâm của nhiều đơn vị sản xuất và nghiên cứu, nhằm cải thiện tính năng sử dụng, nâng cao tính tiện nghi trong khai thác.

Phòng Thí nghiệm Động cơ đốt trong của Trường Đại học Giao thông Vận tải được trang bị từ năm 2010, phục vụ công tác đào tạo và nghiên cứu của cán bộ giáo viên và sinh viên Nhà trường. Hiện nay, bộ thử công suất đang

được lắp đặt động cơ 490QZL, trong quá trình khai thác thực tế gây ra tiếng ồn rất lớn. vì vậy cần có giải pháp để khắc phục. Nội dung bài báo trình bày kết quả nghiên cứu cải tiến bộ tiêu âm trên đường thải của động cơ.

**2. NỘI DUNG**

**2.1. Khảo sát động cơ thực tế, lựa chọn phương án cải tiến**

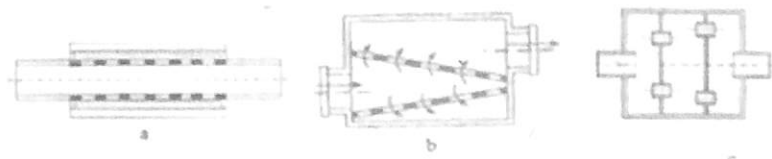
Động cơ 490QZL là loại động cơ được lắp trên bộ thử công suất và có các thông số kỹ thuật của động cơ bản sau:

*Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của động cơ:*

Hành trình Piston (mm)	100	Mô men max ở 2200 (v/p) (N.m)	183
Đường kính Xylanh (mm)	90	Tỷ số nén	17
Số Xylanh (i)	4	Suất tiêu hao nhiên liệu (g/kwh)	≥255
Công suất ở tốc độ 3200 (v/p) (Hp)	80	Thứ tự làm việc	1-3-4-2

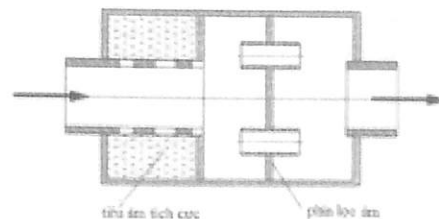
Bộ tiêu âm của động cơ 490QZL có dạng Hình 1b. Theo [6], bộ tiêu âm dạng này đơn giản dễ chế tạo, tuy nhiên có nhược điểm là khử âm có tần số lớn rất kém, áp suất ngược trong khí thải lớn dẫn đến giảm đi đáng kể công suất.

Theo [2], đối với động cơ tĩnh tại thì nó phù hợp với dạng tiêu âm dạng tích cực (hình 1a) vì nếu trên thành ống có đặt vật liệu hấp thụ âm có chiều dài khá lớn thì khả năng hấp thụ âm cũng khá lớn. Mặt khác, theo [6] để khử âm có tần số lớn hiện nay sử dụng phổ biến dạng tiêu âm bằng phin lọc (hình 1c).



*Hình 1. Một số loại thiết bị tiêu âm:  
a- Bình tiêu âm dạng tích cực; b- Bình tiêu âm kiểu hoạt tính;  
c- Bình tiêu âm bằng phin lọc.*

Từ những nhận xét trên, nhóm nghiên cứu đưa ra giải pháp lựa chọn phương án kết hợp giữa dạng tiêu âm dạng tích cực (hình 1a) và biến dạng tiêu âm bằng phin lọc (hình 1c).



*Hình 2. Bình tiêu âm kết hợp*

## 2.2. Thiết kế bộ tiêu âm cải tiến

### a) Tính đường kính ống thải

Diện tích tiết diện ngang của đường ống thải được tính theo công thức:

$$F = \frac{V}{C} (m^2)$$

Trong đó:

V: Lưu lượng khí tính trong 1 giây có thể xác định nhờ xuất tiêu hao nhiên liệu tính theo giờ và hệ số dư lượng không khí  $\alpha$ .

$$V = 0,115 \cdot 10^{-4} \cdot \alpha \cdot g_e \cdot N_e \cdot T_r = 334,89 \cdot 10^{-3} (m^3/s) [2].$$

Với các thông số:

- $\alpha$ : Hệ số dư lượng không khí:  $\alpha = 1,7$ ;
  - $g_e$ : Suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ:  
 $g_e = 225,4 \text{ g/ml.h}$ ;
  - $N_e$ : Công suất của động cơ:  
 $N_e = 80 \text{ Hp}$ ;
  - $T_r$ : Nhiệt độ khí thải:  $T_r = 950^\circ \text{K}$ ;
- C là tốc độ chuyển động cho phép của dòng khí thải.

Đối với động cơ 4 kỳ:  $C = 40 \div 60 (m/s)$ .

Ta chọn  $C = 60 (m/s) [2]$ .

Ta xác định được  $F = 0,0041 m^2$ .

Từ đó, tính được đường kính trong ống thải là:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0041}{3,14}} = 0,072 (m) = 72 (mm)$$

### b) Thể tích, chiều dài và đường kính bình tiêu âm

Định mức thể tích  $V_B$  bình tiêu âm dao

động trong khoảng  $10 \div 30$  lần thể tích dung lượng mà một piston chuyển động được trong xy lanh động cơ. Tính chính xác hiệu quả giảm âm của bình tiêu âm bất kỳ là rất khó khăn và phức tạp. Kinh nghiệm thực tế cho thấy, hiệu

ứng âm học tỷ lệ thuận với  $\sqrt{V_B}$ , tỷ lệ giữa chiều dài và đường kính của bình tiêu âm  $a = \frac{L_B}{D_B}$  có

ảnh hưởng đáng kể đến mức độ giảm âm. Với a nhỏ thì bình tiêu âm làm việc có hiệu ứng trong miền tần số hẹp. Tăng chiều dài bình  $L_B$  sẽ mở rộng khả năng giảm âm. Tăng đường kính  $D_B$  mà giữ nguyên chiều dài bình  $L_B$  có thể dẫn đến tắt dần nhanh âm lượng trên đường thải [2].

Thông thường  $a = 2 \div 8$  (một số bình có  $a = 6 \div 8$ ). Ở đây, ta chọn  $a = 3$ .

Thể tích bình tiêu âm được xác định sơ bộ [2]:

$$V_B = K_B \cdot \frac{S}{n} \sqrt{\frac{l}{i}} (dm^3)$$

Trong đó:

S: là hành trình piston:  $S = 100 (mm)$ ;

N là số vòng quay của động cơ:

$n = 3200 (v/phút)$ ;

i: Số xy lanh của động cơ:  $i = 4$ ;

$K_B = (10 \div 35) \cdot 10^3$  cho xe tải;

$K_B = 50 \cdot 10^3$  cho xe khách. Ta chọn

$K_B = 15 \cdot 10^3$ .

$$V_B = 15 \cdot 10^3 \cdot \frac{10}{3200} \sqrt{\frac{1}{4}} (dm^3) = 23 (dm^3)$$

Đường kính bình tiêu âm:

$$D_B = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_B}{\pi \cdot a}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 23}{3,14 \cdot 3}} = 2,2 (dm)$$

Chiều dài bình tiêu âm:

$$L_B = a \cdot D_B = 3 \cdot 2,2 = 6,6 (dm).$$

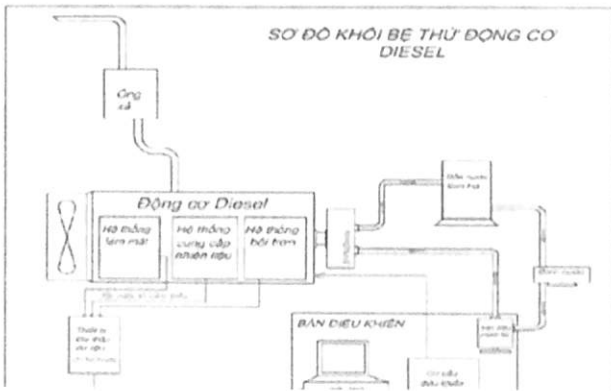
Vậy, kích thước bình tiêu âm là:

$$DB = 220 \text{ (mm)}; L_B = 660 \text{ (mm)}.$$

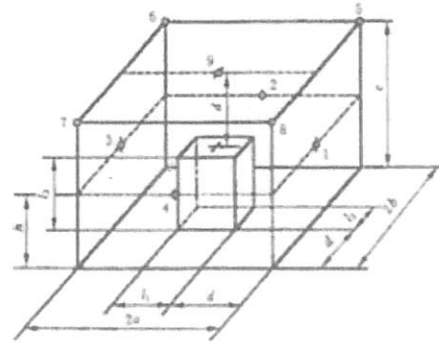
Như vậy, bình tiêu âm có chiều dày ống ngoài là 3 mm, chiều dày ống trong là 3,5mm, ống trong được đỡ bằng 2 vách ngăn.

### 2.3. Nghiên cứu thực nghiệm

#### a) Sơ đồ phòng thí nghiệm và sơ đồ bố trí các điểm đo độ ồn



Hình 3. Sơ đồ hệ thử công suất tại Phòng Thí nghiệm A10, Trường Đại học Giao thông Vận tải.



Hình 4. Sơ đồ bố trí các điểm đo độ ồn trong phòng thí nghiệm.

#### b) Phương pháp và thiết bị thử nghiệm

##### Phương pháp thử nghiệm

Các thử nghiệm được thực hiện trên cơ sở so sánh đối chứng độ ồn (Db) khi dùng bộ giảm âm cũ và bộ giảm âm mới thiết kế.

Thực nghiệm được tiến hành ở các tốc độ và tải khác nhau.

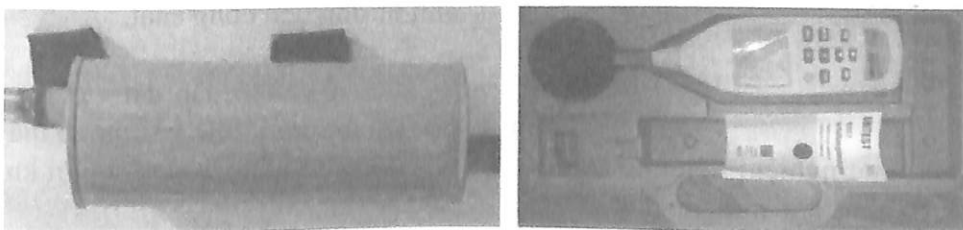
Bảng 2. Các chế độ thực nghiệm:

Tốc độ (v/ph)	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200
Tải (%)	100												

Do thử nghiệm tại điểm số 1 trên sơ đồ bố trí các điểm đo trong phòng thí nghiệm (hình 4).

#### Thiết bị thử nghiệm

Bộ giảm âm mới thiết kế và máy đo độ ồn thử nghiệm:

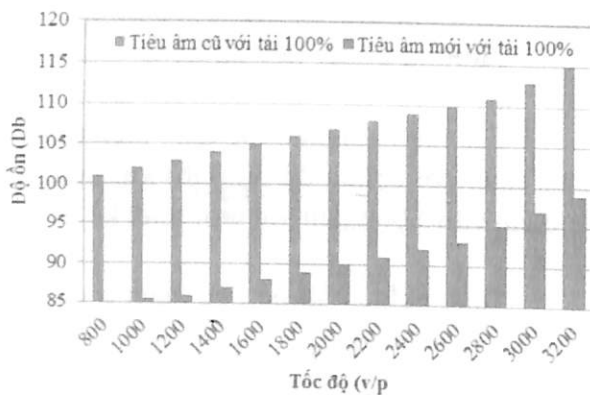


Hình 5. Bộ giảm âm mới thiết kế và máy đo độ ồn thử nghiệm.

Máy đo độ ồn 93517, do Đức cung cấp là thiết bị tối ưu để xác định mức độ ồn được phát triển theo tiêu chuẩn Quốc tế IEC PUB 651 TYPE2 và Tiêu chuẩn Mỹ ANSI S1.4 TYPE2. Thiết bị máy đo cường độ âm thanh này rất nhỏ gọn và tiện dụng trong việc giúp bạn kiểm tra mức độ ồn của các môi trường khác nhau, như trong văn phòng hay nhà máy, xí nghiệp, khu vui chơi, trên đường, trường học...

**3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM**

**Độ ồn:**



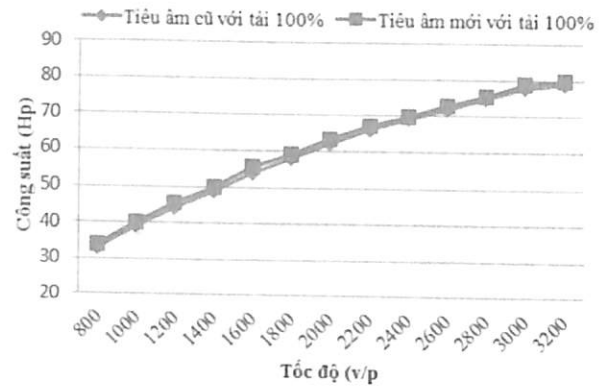
Hình 6. Độ ồn tổng của động cơ khi dùng tiêu âm cũ và tiêu âm mới ở chế độ tải 100% tải.

Kết quả thử nghiệm đo độ ồn trên động cơ cho ta thấy, khi sử dụng bộ tiêu âm mới thiết kế thì độ ồn tổng của động cơ giảm 16 Db, ở tốc độ cao nhất 3.200 v/ph và 100% tải so với bộ tiêu âm cũ. Hình 6, cho ta thấy trên toàn dải tốc độ thì mức giảm lớn nhất là 17Db ở tốc độ nhỏ nhất 800 v/ph và nhỏ nhất là 16 Db ở tốc độ cao nhất 3.200 v/ph. Ta thấy, khi tăng tốc độ thì mức độ ồn tăng tuyến tính theo và lớn nhất ở 3.200v/ph (hình 6).

**Công suất:**

Khi chạy thực nghiệm động cơ với bộ tiêu âm cũ và bộ tiêu âm mới thiết kế ở tải 100% cho ta thấy, công suất trung bình các giải

tốc độ tăng rất nhỏ là 1,68% và gần như không thay đổi, độ tăng được thể hiện trên hình 7.



Hình 7. Công suất của động cơ khi dùng tiêu âm cũ và tiêu âm mới ở 100% tải.

Thông qua quá trình tính toán kích thước bình tiêu âm đã xác định được các thông số cần thiết cho việc chế tạo bình tiêu âm, đảm bảo khí thải sau khi đi qua bình tiêu âm có mức ồn nằm trong giới hạn cho phép, nhằm giảm tối đa ô nhiễm tiếng ồn ra môi trường và không làm ảnh hưởng đến công suất của động cơ.

**4. KẾT LUẬN**

Khi tính toán thiết kế và chế tạo, chạy thử bộ tiêu âm trên động cơ 490QZL, ta thu được kết quả sau:

- Lựa chọn được bình tiêu âm phù hợp với động cơ 490 QZL;
- Tính toán được diện tích, thể tích và đường kính bình tiêu âm phù hợp với động cơ 490 QZL, cho kết quả tối ưu nhất mà không ảnh hưởng đến công suất.
- Chế tạo, lắp đặt và chạy thử nghiệm bộ tiêu âm mới thiết kế, cho ta thấy độ ồn tổng của động cơ giảm 16 Db so với khi sử dụng bộ tiêu âm cũ. ❖

Ngày nhận bài: 12/10/2019

Ngày phản biện: 20/10/2019

**Tài liệu tham khảo:**

- [1]. Cục Đăng kiểm Việt Nam, Bộ Giao thông Vận tải (1998); *Nghiệp vụ kỹ thuật đăng kiểm cơ giới đường bộ*.
- [2]. NXB. Khoa học và Kỹ thuật (1970); *Khử rung ồn cho máy*, Hà Nội.
- [3]. Võ Nghĩa, Lê Anh Tuấn (2005); *Tăng áp động cơ đốt trong*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [4]. PGS.TS. Nguyễn Đức Phú (2004); *Xu hướng phát triển ngành ĐCDT, các động cơ đặc chủng, chẩn đoán kỹ thuật ĐCDT*, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- [5]. Đinh Văn Khôi (dịch - 1985); *Máy kéo nông nghiệp*, Giáo trình trang bị động lực Điezen.
- [6]. PGS,TS. Phạm Văn Thê (2003); *Giáo trình trang bị động lực Điezen*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [7]. Wang, S., Chalu, C., Duclaux, N., and Paquien, M., "Noise Optimization of Diesel Engines with New Combustion Systems," SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst. 2(1):1387-1395, 2009, doi:10.4271/2009-01-2081.
- [8]. Wang, S, Chalu, C, Duclaux, N.,and Paquien,M.,"Noise Optimization of Diesel Engines with New Combustion Systems," SAE PAPER 2007- 01, 2379.
- [9]. Gang Sheng"Vehicle Noise, Vibration, and Sound Quality" SAE International 2012.