ISSN 2354-0575

KHẢO SÁT ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA BƠM CAO ÁP NP-VE 4/9F2400RND340 SỬ DỤNG TRÊN ĐỘNG CƠ DIESEL

Bùi Đức Hạnh, Đào Chí Cường, Nguyễn Văn Nhỉnh, Lê Vĩnh Sơn
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

Ngày nhận: 25/1/2016
Ngày xét duyệt: 10/3/2016

Tóm tắt:
Bài báo trình bày kết quả đánh giá đường đặc tính của bơm cao áp NP-VE 4/9F2400RND340 sử dụng trên động cơ diesel. Thí nghiệm được thực hiện đo thực nghiệm để kiểm tra lượng cung cấp nhiên liệu của bơm cao áp NP-VE 4/9F2400RND340 trên băng thử của Bosch ở các chế độ khác nhau. Kết quả xây dựng được các đường đặc tính cung cấp nhiên liệu ở các vị trí tay ga và tốc độ quay khác nhau. Trên cơ sở đó, đánh giá được khái quát các đường đặc tính xây dựng được so với cơ sở lý thuyết. Kết quả này là căn cứ để phân tích tổng hợp và đánh giá các trạng thái thông số kỹ thuật để phục vụ cho mục đích chẩn đoán.
Từ khóa: *Động cơ diesel, đường đặc tính của bơm cao áp chia.*

1. Đặt vấn đề

Động cơ diesel được Kỹ sư người Đức có tên là Rodlf Diesel đăng ký bằng sáng chế đầu tiên về loại động cơ phun dầu, được mang tên ông vào năm 1892 [1]. Bơm cao áp là chi tiết rất quan trọng trong hệ thống cung cấp nhiên liệu động cơ diesel. Nó giữ vai trò quyết định đến quá trình làm việc hiệu quả của động cơ.

Để động cơ hoạt động một cách hiệu quả nhất đảm bảo độ tin cậy, tiết kiệm cho người sử dụng và giảm thiểu được lượng khí thải độc hại ra môi trường thì việc nghiên cứu cơ sở lý thuyết về bơm cao áp, cấu trúc hoạt động cũng như đặc tính cung cấp nhiên liệu và điều chỉnh tự động trên động cơ để làm cơ sở cho việc xây dựng và phân tích đường đặc tính cung cấp nhiên liệu của bơm cao áp là không thể thiếu.

Hiện nay, bơm cao áp NP-VE 4/9F2400RND340 lắp trên động cơ 2L dòng xe Toyota Hiace sử dụng rất rộng rãi ở nước ta. Nhưng trong quá trình chẩn đoán gặp phải một số khó khăn vì thiếu các thông số kỹ thuật.

Do đó, việc nghiên cứu cơ sở lý thuyết về bơm cao áp NP-VE 4/9F2400RND340 và đo thực nghiệm để kiểm tra lượng cấp nhiên liệu của loại bơm này trên băng thử của Bosch, vẽ được các đường đặc tính cung cấp nhiên liệu ở các vị trí tay ga và tốc độ quay khác nhau từ đó đánh giá được khái quát các đường đặc tính xây dựng được so với cơ sở lý thuyết.

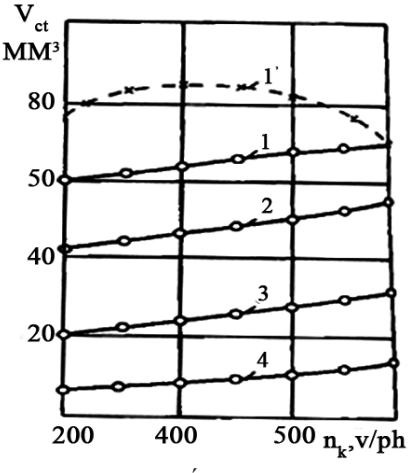
Căn cứ vào các đường đặc tính xây dựng được, phân tích tổng hợp và đánh giá các trạng thái thông số kỹ thuật để phục vụ cho mục đích chẩn đoán.

Nghiên cứu này khảo sát đường đặc tính của bơm cao áp chia NP-VE 4/9F2400RND340. Các kết quả thử nghiệm đã được tiến hành trong phòng thí nghiệm Hệ thống cung cấp nhiên liệu Khoa Cơ khí động lực Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Cơ sở lý thuyết đặc tính làm việc của bơm cao áp chia

2.1.1. Đặc tính tốc độ của bơm [4]



Hình 1. *Đặc tính tốc độ của bơm cao áp*

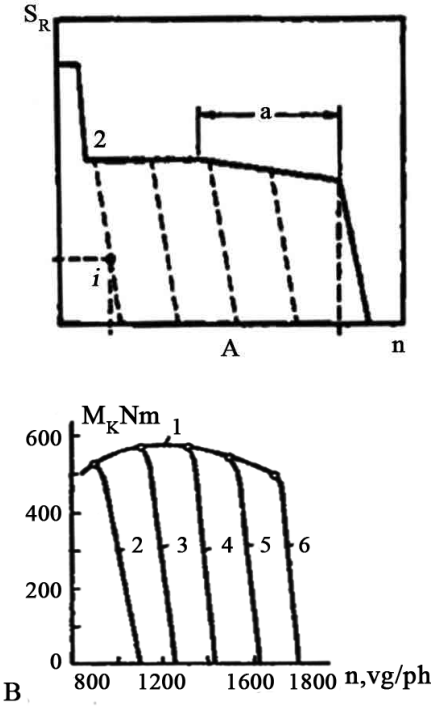
Đặc tính tốc độ của bơm là thông số phụ thuộc giữa số vòng quay của trục bơm với lượng nhiên liệu liệu cung cấp khi tay ga ở các vị trí khác nhau. Tính chất cung cấp nhiên liệu theo tốc độ quay của trục cam khi không đổi vị trí cơ cấu điều chỉnh (đặc tính tốc độ) $V_{ct} = f(n_k)$ sẽ ảnh hưởng đến dạng đường cong mô men quay khi thay đổi tốc độ quay của trục khuỷu. Dạng đặc tính này dùng để tính toán điều chỉnh động cơ Diesel. Mối quan hệ giữa lượng cung cấp chu trình với tốc độ quay của hệ thống cung cấp nhiên liệu với bơm, khi vị trí

tay ga điều chỉnh ở các vị trí khác nhau (Hình 1). Đường cong 1 tương ứng với vị trí cung cấp hoàn toàn 2, 3, 4 khi cung cấp từng phần. Ảnh hưởng đến quan hệ $V_{ct} = f(n_k)$ là tính tiết lưu và tính chịu nén của nhiên liệu. Thông thường ở các động cơ có hệ thống nhiên liệu tách rời ảnh hưởng của tính tiết lưu mạnh hơn nên lượng cung cấp tăng khi tốc độ quay tăng (đường 1-4).

2.1.2. Đặc tính điều chỉnh bơm cao áp chia [1, 4]

Đặc tính của thiết bị điều chỉnh là quan hệ giữa dịch chuyển tay ga điều chỉnh nhiên liệu và tốc độ quay SR = f(n).

Đặc tính của bộ điều chỉnh mọi chế độ. Bộ điều chỉnh mọi chế độ điều chỉnh một tốc độ quay không đổi phụ thuộc vào vị trí của tay đòn điều chỉnh.



Hình 2. *Đặc tính điều chỉnh ở mọi chế độ A và đặc tính tốc độ của động cơ tương ứng B*

1. Điều chỉnh chạy không tải

2. Đường toàn tải

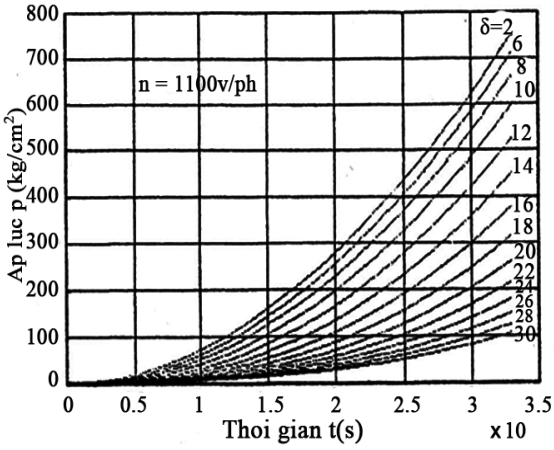
a. Hiệu chỉnh dương ở vùng tốc độ quay trên b

2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm việc của bơm cao áp chia [5]

2.2.1. Ảnh hưởng của khe hở lắp ghép cặp piston-xilanh bơm đến quá trình cung cấp nhiên liệu

- Khi giá trị khe hở của cặp piston - xilanh δ không thay đổi. Với tốc độ quay động cơ càng nhỏ thì lượng nhiên liệu lọt càng tăng và thời gian đạt đến áp suất mở vòi phun càng kéo dài.

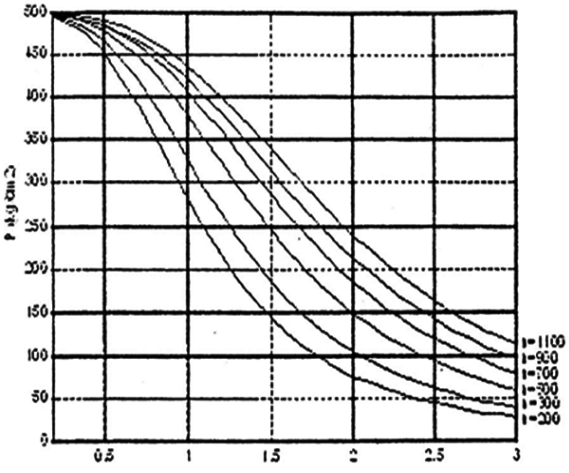
- Với một giá trị tốc độ quay không thay đổi khi tăng khe hở δ làm tăng thời gian đạt đến áp suất mở vòi phun do đó có thể dẫn đến tăng mạnh quá trình lọt nhiên liệu và giảm góc phun sớm.



Hình 3. *Ảnh hưởng của khe hở cặp piston - xilanh bơm đến quá trình tăng áp suất*

2.2.2. Ảnh hưởng của vận tốc góc trục bơm đến quá trình nén và lọt dòng nhiên liệu

Hành trình hữu ích của piston bơm (phụ thuộc vào vị trí quả ga h) càng nhỏ thì lượng nhiên liệu bị lọt càng tăng và thời gian đạt đến áp suất mở vòi phun càng kéo dài. Đồng thời còn có thể dẫn đến nguy cơ không mở được vòi phun trong quá trình khởi động với tốc độ quay nhỏ nếu khe hở δ đạt đến một giá trị nào đó.

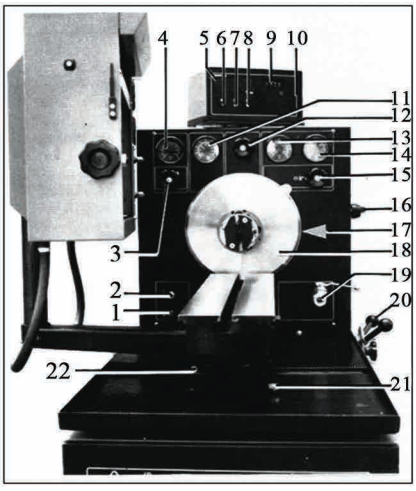


Hình 4. *Ảnh hưởng của vận tốc góc trục bơm đến quá trình nén và lọt dòng nhiên liệu*

3. Quy trình thực nghiệm

3.1. Giới thiệu về thiết bị cân chỉnh bơm cao áp [7]

Hình 5 giới thiệu thiết bị EPS 604 của hãng Bosch sử dụng để thí nghiệm bơm cao áp chia NP-VE 4/9F2400RND340.



Hình 5. *Thiết bị thí nghiệm, cân chỉnh bơm cao áp [6]*

1. Đường dầu bôi trơn hồi về
2. Đường dầu bôi trơn vào
3. Van chỉnh áp suất và chỉnh dầu bôi trơn
4. Đồng hồ đo áp lực và dầu bôi trơn
5. Mặt hiển thị số
6. Núm dừng
7. Núm khởi động để đo lượng dầu tràn
8. Núm khởi động cho máy đo hành trình
9. Công tắc chọn số hành trình
10. Máy đếm hành trình và vòng quay
11. Áp kế nhiệt cho dầu kiểm tra
12. Bánh xe cho van tiết lưu nóng
13. Đồng hồ đo áp suất cao
14. Đồng hồ đo áp suất thấp
15. Van điều chỉnh áp suất cao, áp suất thấp
16. Tay quay chuyển số
17. Lỗ trong đĩa chia độ
18. Bánh đà
19. Đường dầu kiểm tra vào
20. Tay gạt chỉnh số vòng quay
21. Chi tiết kẹp
22. Đường dầu kiểm tra hồi về

3.2. Đối tượng thực nghiệm [6]

Bơm cao áp chia NP-VE 4/9F2400RND340

- NP: Bơm của hãng Nippon-Denso
- VE: là bơm chia
- 4: Số xilanh động cơ
- 8: Đường kính xilanh bơm
- F: Bộ điều tốc điều chỉnh ly tâm
- 2400: Số vòng quay định mức của bơm

Bảng 1. *Thông số kỹ thuật của bơm cao áp chia NP-VE 4/9F2400RND340*

STT	Bước cân chỉnh	Số vòng quay (v/p)	Thông số cân chỉnh
1	Điều chỉnh lượng cung cấp toàn tải.	1250	cm^3/1000 ht
2	Điều chỉnh áp lực bơm cung cấp.	2000	6,2 - 6,9 bar
3	Đều chỉnh quãng đường của bộ điều chỉnh phun sớm.	2000	6,5 - 6,9 mm
4	Điều chỉnh tốc độ không tải.	250	6,0 - 10,0 cm^3/1000 ht
5	Kiểm tra lượng nhiên liệu ở chế độ khởi động.	100-150	17 cm^3/1000 ht
6	Điều chỉnh chế độ cắt tải cuối cùng.	2350	27 – 29 cm^3/1000 ht
7	Điều chỉnh tốc độ toàn tải.	2300	4 – 6 cm^3/1000 ht

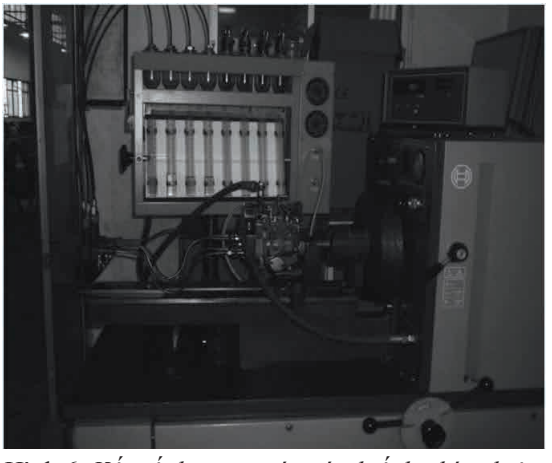
3.3. Phương pháp tiến hành thực nghiệm

Trong điều kiện phòng thí nghiệm, nhóm nghiên cứu đã tiến hành các thí nghiệm trên thiết bị EPS 604 của hãng Bosch tại phòng thí nghiệm hệ thống nhiên liệu tại Khoa Cơ khí Động lực – Đại học SPKT Hưng Yên để xây dựng đặc tính tốc độ của bơm và đặc tính điều chỉnh bơm cao áp chia.

Bước 1: Lắp bơm cao áp NP-VE 4/9F2400RND340 lên trên băng thử của Bosch.

Bước 2: Khởi động thiết bị thử nghiệm để đo lượng nhiên liệu tương ứng với các chế độ khác nhau (Hình 6). Lượng nhiên liệu được đo ở 200 hành trình. Sau khi đã xác định được lượng nhiên liệu ta sẽ xây dựng được các đường đặc tính nhờ phần mềm Excel.

Đặc tính tốc độ $\triangle g$ = f(n) của bơm cao áp NP-VE 4/9F2400RND340 được lấy khi cố định tay ga nhiên liệu ở các vị trí hmax, h75%, h50%, h25% và hmin mà không có sự tác động của bộ điều tốc. Lượng nhiên liệu đo được khi thay đổi tốc độ quay của trục bơm tại các vị trí tay ga cố định này cho ta một họ các đường đặc tính.



Hình 6. *Kết nối bơm cao áp với thiết bị thí nghiệm*

Đặc tính tự điều chỉnh (đặc tính điều tốc) của bơm được xây dựng khi kết nối tác động của bộ điều tốc. Lượng nhiên liệu đo được khi cố định tay ga nhiên liệu và thay đổi tốc độ quay của trục cam bơm.

3.4. Kết quả thực nghiệm

3.4.1. Xây dựng đường đặc tính Δg = f(n) khi tay ga ở các vị trí khác nhau

Bảng 2. *Lượng nhiên liệu tương ứng với số vòng quay khi tay ga ở vị trí max, 75%, 50%, 25%, min đo ở 200 hành trình*

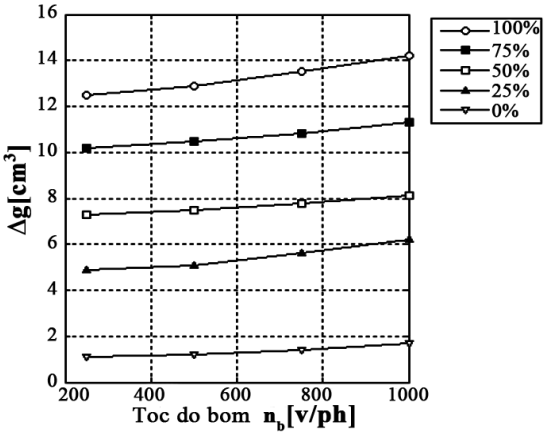
Tốc độ bơm nb, v/ph	Tiêu hao nhiên liệu Δg, cm³				
	hmax	h75%	h50%	h25%	hmin
250	12.5	10.2	7.3	4.9	1.1
500	12.9	10.5	7.5	5.1	1.2
750	13.5	10.8	7.8	5.6	1.4
1000	14.2	11.3	8.1	6.2	1.7

Từ đồ thị cho thấy:

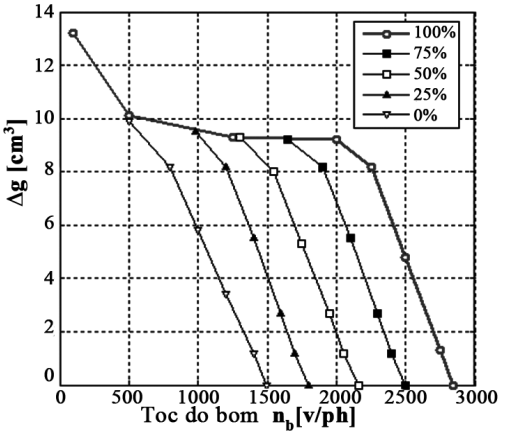
- Tại một vị trí tay ga nhất định, với cùng số hành trình cung cấp, khi thay đổi số vòng quay thì lượng cung cấp có sự thay đổi. Khi tăng số vòng quay thì lượng cung cấp cũng tăng lên, tuy nhiên lượng nhiên liệu cung cấp giảm nhiều và rõ rệt ở số vòng quay thấp, ở số vòng quay cao thì độ giảm lượng cung cấp ít đi.

Điều này được giải thích rằng khi tốc độ quay trục cam của bơm tăng, vận tốc piston cũng tăng theo làm giảm thời gian thực hiện một hành trình của piston do đó làm giảm lượng nhiên liệu lọt qua khe hở lắp ghép giữa piston và xi lanh. Tuy nhiên nếu lượng cung cấp giảm nhiều thì điều đó chứng tỏ khe hở giữa piston và xi lanh bơm càng lớn (độ mòn của piston và xi lanh bơm lớn). Đây chính là cơ sở để xây dựng dấu hiệu chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của cặp piston - xi lanh bơm.

3.4.2. Xây dựng đường đặc tính tự điều chỉnh của bơm cao áp NP-VE 4/9F2400RND340



Hình 7. *Đồ thị đặc tính tốc độ Δg = f(n) khi ga ở các vị trí khác nhau*



Hình 8. *Đồ thị đặc tính Δg = f(n) khi có tác động của bộ điều tốc*

Bảng 3. *Lượng nhiên liệu cung cấp tương ứng với số vòng quay của bơm ở các vị trí tay ga khác nhau*

Mức ga 100%		Mức ga 75%		Mức ga 50%		Mức ga 25%		Mức ga 0%	
nb, v/ph	Δg, cm³	nb, v/ph	Δg, cm³	nb, v/ph	Δg, cm³	nb, v/ph	Δg, cm³	nb, v/ph	Δg, cm³
100	13.2								
500	10.1								
1250	9.3	1650	9.2	1300	9.3	980	9.5	500	9.9
2000	9.2	1900	8.2	1550	8.0	1200	8.2	800	8.2
2250	8.2	2100	5.5	1750	5.3	1400	5.5	1000	5.8
2500	4.8	2300	2.7	1950	2.7	1600	2.7	1200	3.4
2750	1.3	2400	1.2	2050	1.2	1700	1.2	1400	1.2
2845	0	2500	0	2160	0	1800	0	1500	0

Như vậy khi tăng tốc độ vòng quay thì lượng nhiên liệu giảm. Bộ điều tốc làm việc ở tốc độ vòng quay không tải vùng điều khiển khoảng 500 vòng/phút, vùng điều khiển ở tốc độ vòng quay cuối cùng từ 2500 ÷ 2750 vòng/phút. Tay ga ở vị trí 50% biểu diễn trên đồ thị là đặc tính bộ phận có vùng điều chỉnh của bộ điều tốc giống như đặc tính ngoài. Ở chế độ tay ga cực tiểu tốc độ vòng quay không tải là 500 vòng/phút, lượng nhiên liệu là 10,1 cm^3 vùng điều tốc cũng giống như đường đặc tính ngoài và đặc tính bộ phận. Trong bơm cao áp phân phối sử dụng bộ điều tốc đa chế độ nên bộ điều tốc trong bơm đã thực hiện nhiệm vụ điều chỉnh ổn định tốc độ làm việc của động cơ trong mọi chế độ làm việc. Kết quả thực nghiệm chính là cơ sở để xây dựng bộ dữ liệu chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của bộ điều tốc bơm cao áp.

4. Kết luận

Từ kết quả thực nghiệm đã xây dựng được các đường đặc tính của bơm cao áp phân phối NP-VE 4/9F2400RND340. Các đường đặc tính đã xây dựng được sử dụng làm cơ sở để phân tích quá trình cung cấp nhiên liệu trên động cơ Diesel, phân tích quan hệ giữa trạng thái kỹ thuật của bơm cao áp đến đặc tính cung cấp nhiên liệu của chúng, đặc biệt là ảnh hưởng của mức độ hao mòn cặp lắp ghép piston - xylanh bơm cao áp đến lượng cung cấp nhiên liệu. Từ chính các thông số để xây dựng các đặc tính bơm cao áp chia sẽ được sử dụng làm các thông số trong quá trình chẩn đoán trạng thái kỹ thuật hệ thống cung cấp nhiên liệu và động cơ Diesel.

Tài liệu tham khảo

[1]. Phạm Minh Tuấn(2001), *Động cơ đốt trong*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
[2]. Nguyễn Tất Tiến(2000), *Nguyên lý Động cơ đốt trong*, NXB Giáo dục.
[3]. Trần Thế San, Đỗ Dũng (2000), *Thực hành sửa chữa, bảo trì động cơ diesel*, NXB Đà Nẵng.
[4]. Lê Viết Lượng (2000), *Lý thuyết động cơ Diesel,* NXB Giáo dục, Hà Nội.
[5]. Ngô Thành Bắc, Nguyễn Đức Phú (1994), *Chẩn đoán trạng thái kỹ thuật ô tô*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
[6]. *Tài liệu đào tạo kỹ thuật viên Toyota*.
[7]. *Tài liệu hướng dẫn sử dụng thiết bị cân chỉnh bơm cao áp của BOSCH.*

ROAD PROPERTIES SURVEY OF HIGH VOLTAGE PUMP NP-VE 4/9F2400RND340 USED IN DIESEL ENGINES

Abstract:

This paper presents the results of the evaluation characteristic line of injection pump NP-VE 4/9F2400RND340 used on diesel engines. The experiment is carried out to test experimental measurements fuel supply of high-pressure pump NP-VE 4/9F2400RND340 on the dynamometer by Bosch in various modes. The result imitate on characteristic lines drawing fuel supplies in the hand position and size different rotation frequency. On this basis, assess generalized characteristic lines built compared with the theoretical basis. This result is the basis for integrated analysis and assessment of the state of technical specifications to cater for diagnostic purposes.

Keywords: *Diesel engine, characteristic line of High-pressure pumps division.*