

**TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CÔNG TÁC CỦA ĐỘNG CƠ
XE BUS D1146 BẰNG PHẦN MỀM DIESEL-RK
THE CALCULATION OF THE PARAMETERS OF BUS ENGINES D1146 WITH
SOFTWARE DIESEL-RK**

ThS. Nguyễn Huy Chiến¹; TS. Lê Văn Anh²

^{1,2}Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

E-mail: ¹nguyenhuychien1302@gmail.com; 0975 795 650

²anhlevananhhau@gmail.com; 0966 399 188

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp tính toán các thông số công tác (các chỉ tiêu kinh tế - năng lượng và môi trường) của động cơ D1146 lắp trên xe bus đang lưu hành tại Việt Nam, bao gồm các thông số chỉ thị của chu trình công tác (CTCT) (diễn biến áp suất, nhiệt độ, nồng độ NO_x và PM theo góc quay trục khuỷu) và các thông số có ích (công suất, suất tiêu hao nhiên liệu có ích) tại các chế độ tốc độ khác nhau khi sử dụng phần mềm chuyên dụng Diesel-RK. Kết quả tính toán cho thấy: Sai số giữa tính toán và giá trị công bố của nhà sản xuất nằm trong giới hạn cho phép. Kết quả này là cơ sở để đánh giá chất lượng CTCT của động cơ nhằm nâng cao các thông số kinh tế - năng lượng và giảm phát thải ô nhiễm môi trường, cũng như khuyến cáo chế độ khai thác phù hợp để giảm tiêu thụ nhiên liệu, nâng cao công suất động cơ.

Từ khóa: Động cơ diesel D1146, Phần mềm Diesel-RK, xe bus, công suất, suất tiêu hao nhiên liệu.

ABSTRACT

This article presents the calculating method of bus engine D1146 assembled and registered in Viet Nam such as energy – economy and environmental impact. The working parameters were illustrated by other factors including variable of pressure, temperature, NO_x and PM concentrations and power as well as fuel consumption rate with in different speed using Diesel-RK software. The calculating results show: The error between the calculating results and manufacturing proposed's results are lied on the limitation and accepted. Base the results the quality of engine is evaluated to enhance the standard of energy – economy and decrease the environmental impact as well as increase the engine power.

Keywords: Engines D1146 diesel, The software Diesel-RK, bus, engine power, fuel consumption.

1. GIỚI THIỆU

Động cơ diesel có nhiều ưu điểm như công suất lớn, tiết kiệm nhiên liệu, nhưng trong quá trình hoạt động, loại động cơ này thải ra nhiều chất độc hại như NO_x, PM... Để có cơ sở khoa học nhằm hạn chế phát thải độc hại, nâng cao công suất và giảm tiêu thụ nhiên liệu của động cơ diesel, hiện nay có thể sử dụng một vài phần mềm khác nhau để đánh giá tính năng kỹ thuật và xác định lượng phát thải của một số động cơ. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày phương pháp tính toán các thông số công tác và xác định lượng phát thải của động cơ diesel tại các chế độ tốc độ khác nhau khi sử dụng phần mềm chuyên dụng Diesel-RK.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là động cơ D1146 lắp trên xe Bus đang lưu hành tại Việt Nam. Đây là động cơ diesel 4 kỳ, 6 xy lanh bố trí một hàng, do hãng Doosan - Hàn Quốc chế tạo. Các thông số kỹ thuật cơ bản của động cơ D1146 [1], Bảng 1.

Bảng 1: Các thông số kỹ thuật cơ bản của động cơ D1146

STT	Các thông số	Giá trị
1	Mã động cơ	D1146
2	Số xy lanh	6

STT	Các thông số	Giá trị
3	Đường kính xy lanh (mm)	111
4	Hành trình piston (mm)	139
5	Thể tích công tác (cm ³)	8071
6	Tỷ số nén	17,5:1
7	Công suất định mức (kW)/vòng quay (vg/ph)	134/2500
8	Mô men cực đại (N.m)/vòng quay (vg/ph)	575/1600
9	Thứ tự công tác của xy lanh	1-5-3-6-2-4
10	Khe hở xu páp (nạp - xả)	0,6 - 0,3
11	Góc phun sớm nhiên liệu	15°
12	Áp suất phun nhiên liệu (MPa)	21
13	Số xéc măng khí	2
14	Số xéc măng dầu	1
15	Chiều dài thanh truyền (mm)	340
16	Số vòi phun trên một xy lanh	1
17	Số lỗ phun trên một vòi phun	5
18	Đường kính lỗ phun (mm)	0,29
19	Chiều dài đường nạp (mm)	180
20	Đường kính cổ nạp (mm)	48,7
21	Số xu páp xả trên 1 xy lanh	1
22	Số xu páp nạp trên 1 xy lanh	1
23	Chiều dài đường xả (mm)	161
24	Đường kính cổ xả (mm)	43,4
25	Góc mở sớm của xu páp xả	46 ⁰
26	Góc đóng muộn của xu páp xả	14 ⁰
27	Góc mở sớm của xu páp nạp	16 ⁰
28	Góc đóng muộn của xu páp nạp	36 ⁰
29	Lượng nhiên liệu cấp cho CTCT tại chế độ định mức (g)	0,07296

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Dựa trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết tính toán chu trình công tác của động cơ diesel để xác định các thông số công tác (các chỉ tiêu năng lượng, kinh tế, môi trường) của động cơ Diesel D1146 bằng phần mềm chuyên dụng Diesel-RK ở các chế độ làm việc khác nhau. Đây là phần mềm tính toán do các chuyên gia của Đại học Kỹ thuật quốc gia Bauman – Liên bang Nga phát triển và đã được một số cơ sở sản xuất động cơ nghiên cứu sử dụng. Phần mềm Diesel-RK đã sử dụng mô hình cháy đa vùng dựa trên mô hình tạo hỗn hợp và cháy của Giáo sư Razleisev, được tác giả Kuleshov bổ sung và phát triển nên còn được gọi là mô hình Razleisev-Kuleshov hay mô hình RK. Mô hình RK đã xem xét chi tiết các thông số ảnh hưởng đến quá trình tạo hỗn hợp và cháy trong động cơ diesel, bao gồm: quy luật cung cấp nhiên liệu, hình dạng buồng cháy; hình dạng và phân bố tia phun; dạng và cường độ vận động

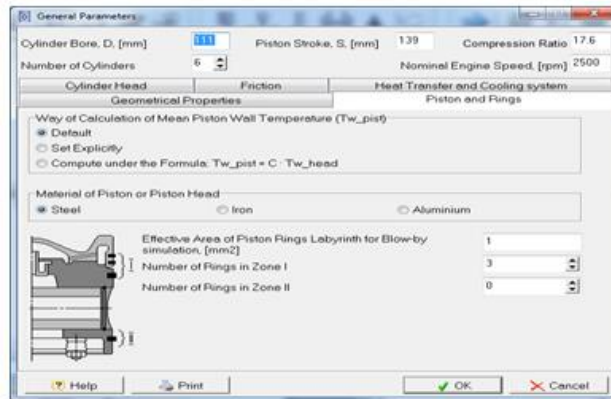
rời trong xy lanh, sự va chạm của tia phun với bề mặt buồng cháy; sự tương tác giữa các tia phun liên kế. Chính vì vậy, Diesel-RK cho phép dự báo chính xác động học quá trình cháy và hình thành các chất ô nhiễm của động cơ diesel khi thay đổi các thông số nói trên. Đây là điều mà các phần mềm khác khi tính toán CTCT cho động cơ diesel chưa đề cập đến.

3. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Để thực hiện tính toán các thông số công tác và môi trường trong phần mềm Diesel-RK, cần phải thiết lập mô hình và nhập các số liệu tính toán.

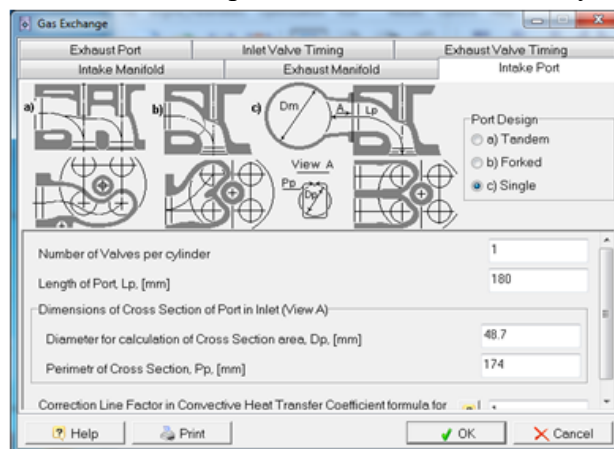
Mô hình tính toán, cách cài đặt, sử dụng phần mềm và các bước khai báo số liệu đầu vào được thực hiện theo tài liệu 2, 3. Ở đây, ta khai báo đầy đủ các thông số kỹ thuật của động cơ D1146 theo Bảng 1.

- Các thông số cơ bản của động cơ: Các thông số cơ bản như đường kính xy lanh, hành trình piston, tỷ số nén được nhập vào cửa sổ, trên hình 1.



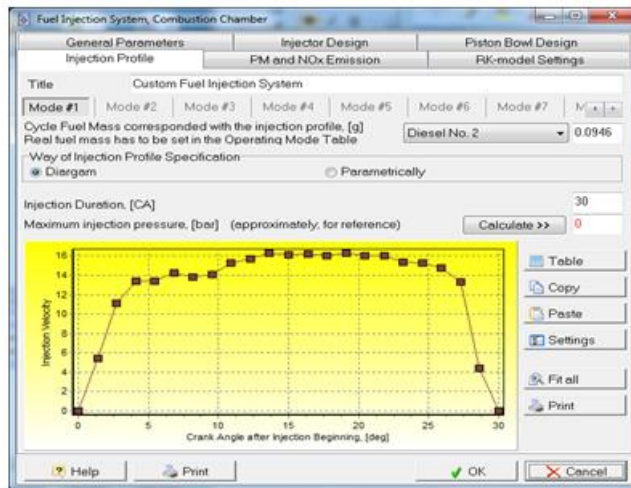
Hình 1: Cửa sổ nhập các thông số cơ bản của động cơ

- Các thông số về trao đổi khí: được nhập vào mô hình như trình bày trên hình 2.

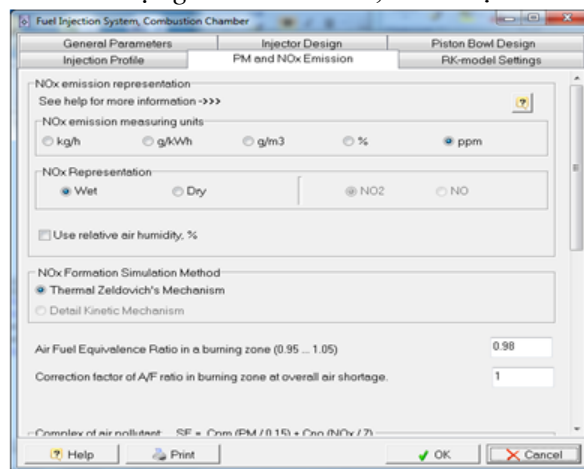


Hình 2: Cửa sổ nhập các thông số cơ bản về trao đổi khí

- Các thông số về cấp nhiên liệu: (quy luật cấp nhiên liệu, số lượng tia phun trên vòi phun, loại nhiên liệu...) được trình bày trên hình 3.



Hình 3: Cửa sổ nhập các thông số về cung cấp nhiên liệu
- Các thông số về tính toán hàm lượng khí thải: NO_x, PM được trình bày như trên hình 4.



Hình 4: Cửa sổ nhập các thông số cơ bản về tính toán hàm lượng NO_x, PM

Sau khi khai báo đầy đủ các thông số đầu vào, cũng như hiệu chỉnh quy luật cung cấp nhiên liệu và sử dụng công cụ tối ưu hóa (Optimization), thu được kết quả tính toán.

4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ BÀN LUẬN

4.1. Các kết quả tính

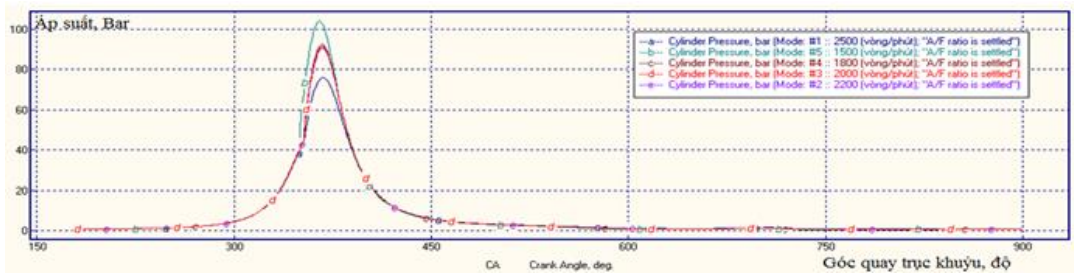
Với các thông số của động cơ và các chế độ tính đã nêu trên, phần mềm Diesel-RK đã cho các kết quả ở dạng bảng và đồ thị.

Kết quả tính toán các thông số chính của động cơ nghiên cứu, được thể hiện tại Bảng 2.

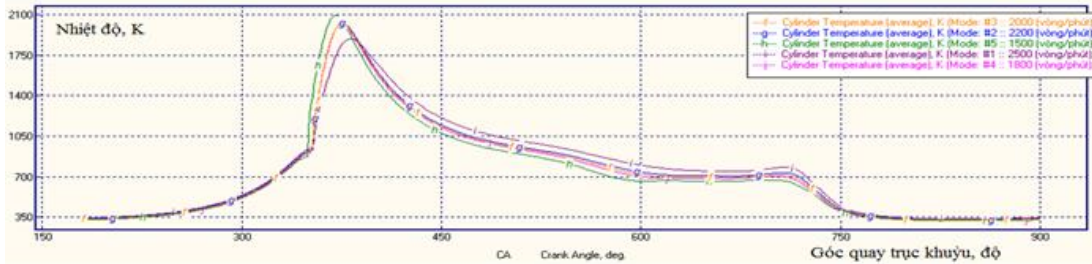
Bảng 2: Các thông số công tác chính của động cơ tại các chế độ tính toán

Các thông số	Đơn vị	Các chế độ tốc độ, n _e [vg/ph]				
		1500	1800	2000	2200	2500
Công suất, N _e	kW	87,188	103,25	113,25	122,40	130,54
Suất tiêu hao nhiên liệu có ích, g _e	g/kWh	230,99	222,05	226,97	236,83	245,70
Áp suất cháy cực đại, p _{max}	bar	103,95	92,291	91,303	90,518	75,851
Nhiệt độ cháy cực đại, T _{max}	K	2094,8	2020,6	2027,3	2032,5	1892,9
Hàm lượng NO _x	ppm	2445,7	1737,3	1646,5	1578,8	904,16
Phát thải PM	g/kWh	0,39771	0,30252	0,21148	0,14418	0,28186
Hệ số dư lượng không khí, α	-	1,7435	1,7319	1,7172	1,7131	1,7040

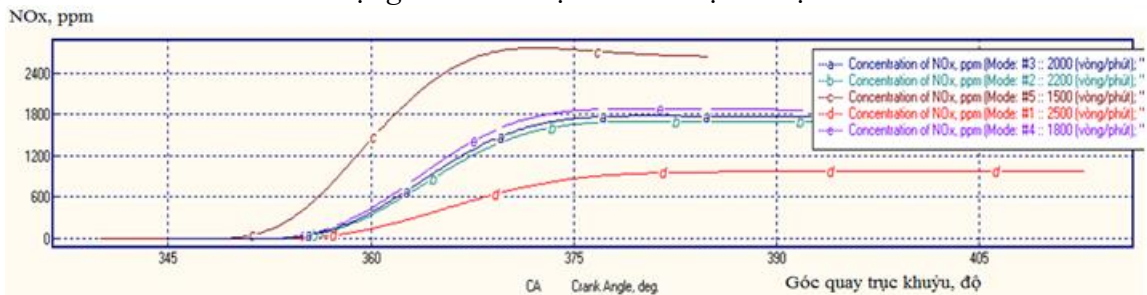
Từ hình 5 đến hình 9 trình, đồ thị thể hiện các thông số chỉ thị và môi trường của động cơ D1146 tại các chế độ làm việc khác nhau.



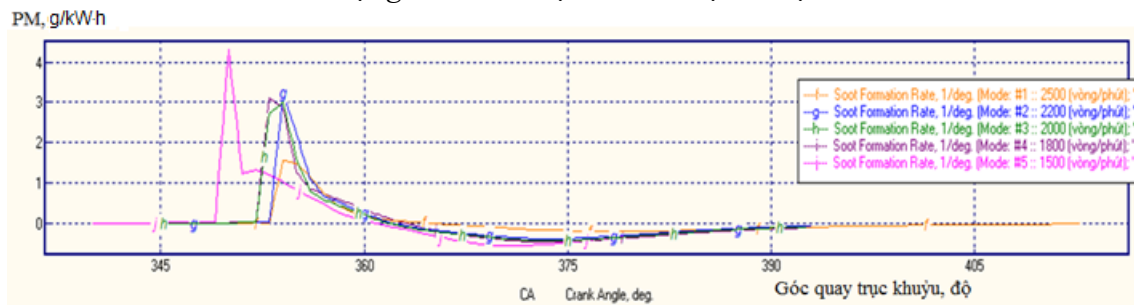
Hình 5: Đồ thị diễn biến áp suất trong xy lanh động cơ D1146 tại các chế độ tốc độ



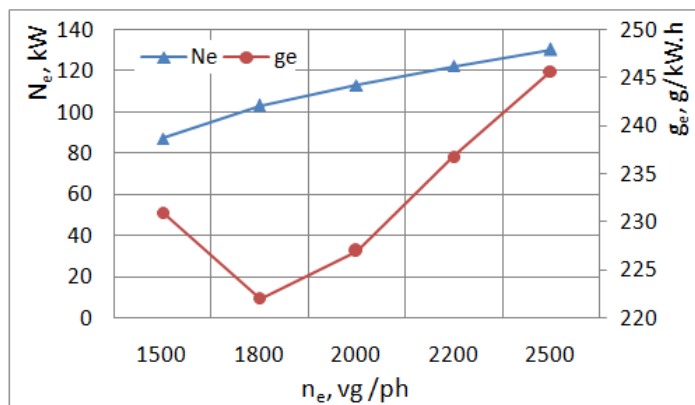
Hình 6: Đồ thị diễn biến nhiệt độ trong xy lanh động cơ D1146 tại các chế độ tốc độ



Hình 7: Đồ thị diễn biến nồng độ NOx trong xy lanh động cơ D1146 tại các chế độ tốc độ

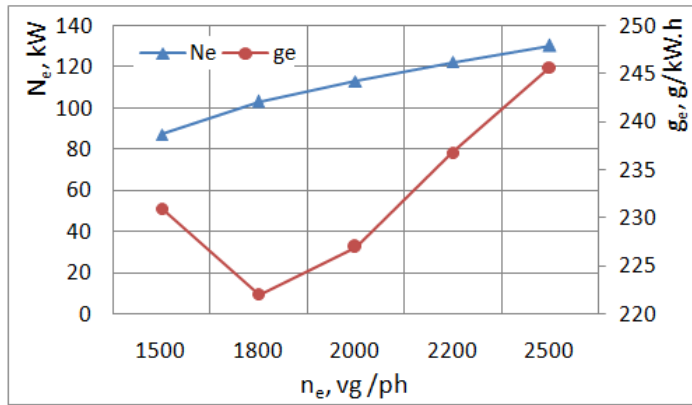


Hình 8: Đồ thị diễn biến tốc độ tạo PM trong xy lanh động cơ D1146 tại các chế độ tốc độ



Trên

Hình trình bày đồ thị các thông số có ích của động cơ tại các chế độ tốc độ khác nhau.

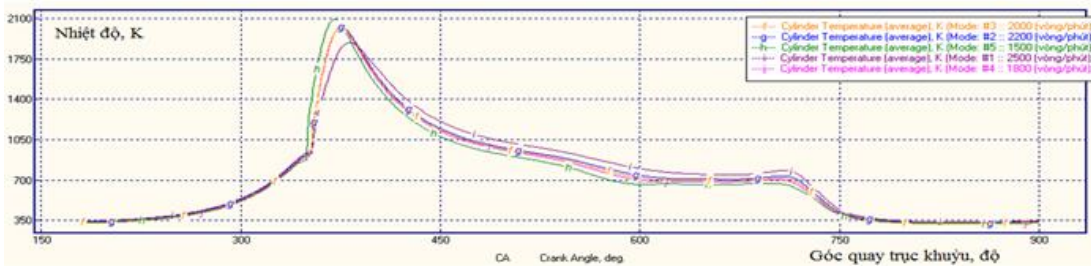


Hình 9: Thông số có ích của động cơ tại các chế độ tốc độ khác nhau

4.2. Bàn luận về các kết quả tính toán

Qua đồ thị diễn biến áp suất trong xy lanh (hình 5) có thể thấy, trong dải tốc độ 1500÷2500 (vg/ph) diễn biến thay đổi áp suất là gần giống nhau, áp suất cực đại đạt được tại $n_e = 1500$ (vg/ph) bằng 103,95(bar).

Diễn biến nhiệt độ trong xy lanh (



Hình) cho thấy, tại các chế độ công tác khác nhau thì nhiệt độ khí thể cực đại đạt hơn 2000K, nhưng ở giai đoạn cuối kỳ giãn nở, trước kỳ thải tự do có sự chênh lệch, giảm dần theo số vòng quay trục khuỷu.

Lượng NOx tạo ra trong xy lanh (Hình) chỉ ở kỳ cháy-giãn nở, đạt cực đại ở khoảng 370-380 độ góc quay trục khuỷu (GQTK), sau đó giữ một giá trị ổn định đến khoảng 450 độ GQTK. Ngoài ra, kết quả tính cũng cho thấy, tại đường đặc tính ngoài thì ở chế độ tốc độ thấp (1500vg/ph) lượng NOx tạo ra có trị số lớn hơn (2445,7 ppm) so với trị số này (904,16 ppm) ở chế độ tốc độ cao (2500v/ph). Điều này có thể giải thích là do giá trị của hệ số dư lượng không khí α và nhiệt độ cực đại khi cháy ở các chế độ là gần giống nhau, nhưng ở chế độ tốc độ thấp thì thời gian dành cho quá trình cháy sẽ nhiều hơn ở chế độ tốc độ cao, vì vậy lượng NOx tạo ra sẽ nhiều hơn so với ở chế độ tốc độ cao.

Theo đồ thị tốc độ tạo PM trong xy lanh (hình 8) cho thấy tại các tốc độ khác nhau của động cơ thì sự tạo PM xảy ra trong thời kỳ giống như thời kỳ tạo NOx. Đặc điểm ở đây là cực đại đạt được trước điểm chết trên (360 độ GQTK) và giảm rất nhanh. Tại các chế độ vòng quay thấp thì tốc độ tạo PM cao hơn so với tại các chế độ tốc độ cao.

Trên hình 9 thể hiện các thông số công tác có ích của động cơ, đó là diễn biến công suất và suất tiêu hao nhiên liệu có ích của động cơ theo tốc độ quay trục khuỷu. Giá trị tính toán N_e và g_e so với các thông số công bố của nhà sản xuất có sai số cực đại nhỏ hơn 3% chứng tỏ mô hình tính toán có độ chính xác cao. Theo đồ thị này chế độ khai thác kinh tế nhất của động cơ nằm trong dải tốc độ $n_e = 1600 \div 2100$ vg/ph, ở đây công suất động cơ đảm bảo, chế độ này cũng phù hợp cho xe bus khi khai thác thường xuyên phải đỗ bến, rời bến. Như vậy, trong khai thác khuyến cáo vận hành động cơ ở dải tốc độ $n_e = 1600 \div 2100$ vg/ph.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Khi ứng dụng phần mềm Diesel-RK để tính toán các chỉ tiêu kinh tế-năng lượng và môi trường của động cơ D1146 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 trên để tính toán cho các động cơ diesel loại khác.

Đối với động cơ D1146 trong khai thác thực tế cần chú ý tại các số vòng quay thấp, là các chế độ hay sử dụng trên xe buýt thì lượng NO_x và PM có trị số cao, cần phải có các biện pháp để giảm các thành phần độc hại này.

Chế độ kinh tế nhất đạt được tại vùng tốc độ $n_e = 1600\div 2100$ vg/ph.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Huy Chiến, Nguyễn Phi Trường, Nguyễn Hà Hiệp (2016), “Tính toán, so sánh các chỉ tiêu môi trường của động cơ D1146 trên xe bus khi sử dụng nhiên liệu diesel truyền thống (DO) và nhiên liệu thay thế dimethyl ether (DME)”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội*, Số 32/2016, trang 64 – 67.
2. Kuleshov A.S. Model for predicting air – fuel mixyng, combustion and emission in DI diesel engines over whole operating range. SAE International 2005-01-2119, 2004.
3. <http://www.diesel-rk.bmstu.ru>.