

MÔ PHỎNG CHU TRÌNH CÔNG TÁC CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL KHI DÙNG NHIÊN LIỆU DIESEL VÀ NHIÊN LIỆU BIODIESEL-DẦU DỪA¹

SIMULATION OF ACTING PROCESS OF DIESEL ENGINE USING DIESEL FUEL AND BIODIESEL – COCO OIL FUEL

Nguyễn Vương Chí²

Khoa Kỹ thuật Giao thông, Đại học Bách khoa, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

TÓM TẮT

Với phần mềm chuyên dụng BOOST, bài báo trình bày mô phỏng chu trình công tác của động cơ diesel công suất 10HP và số vòng quay $n=3600$ vòng/phút của hãng Vikyno. Kết quả mô phỏng khi sử dụng nhiên liệu diesel và biodiesel-dầu dừa sẽ cho biết áp suất, nhiệt, công có ích của chu trình làm việc của từng loại nhiên liệu. Kết quả còn cho biết đặc tính công suất, moment, suất tiêu hao nhiên liệu. Trên cơ sở đó, có thể so sánh đặc tính ngoài của động cơ khi sử dụng 2 loại nhiên liệu này.

Từ khóa: mô phỏng, động cơ đốt trong, biodiesel, dầu dừa

ABSTRACT

With the professional software BOOST, The paper shows the simulation of acting process of Vikyno diesel engine 10HP, 3600 rpm. This simulation shows the pressure, temperature and effective work of working process for each of diesel fuel and biodiesel (coco-oil). Besides, power characteristics, moment and consumption ratio are also given. Then, the comparison of external characteristics of the engine when using both fuels.

Keywords: simulation, internal combustion engine, biodiesel, coco-oil.

¹ Nghiên cứu này, trình bày các kết quả trong khuôn khổ triển khai đề tài nghiên cứu cấp trường T-KTGT_2004-35 theo hợp đồng số 205/ĐHBK/KHCN&QHQT. ² Email liên lạc: nvchi@hcmut.edu.vn

1. GIỚI THIỆU

Trong các xu hướng hoàn thiện các phương tiện giao thông vận tải mà các chuyên gia trong ngành trên toàn thế giới đã đang và sẽ nỗ lực, nổi cộm trên hết là vấn đề cung cấp năng lượng cho động cơ đốt trong sử dụng cho các phương tiện và vấn đề hạn chế độc hại do động cơ của các phương tiện gây ra cho môi trường. Các chất gây ô nhiễm có thể gây nguy hại đến tự nhiên và con người mà khoa học nhận biết được không chỉ đơn thuần gây ra sự khó chịu chẳng hạn như mùi hôi, màu sắc mà các nhà khoa học đã xác định được phần lớn các chất ô nhiễm trầm trọng và nguy hiểm trong không khí là CO, HC, NO_x những chất đó có mặt trong khí xả của động cơ đốt trong dùng nhiên liệu truyền thống (nhiên liệu có nguồn gốc dầu mỏ). Trong

bài báo này, tác giả đề xuất một loại nhiên liệu mới, một loại nhiên liệu có thể thay thế hoặc kết hợp giữa nhiên liệu này và nhiên liệu truyền thống diesel, dùng cho động cơ đốt trong sử dụng cho khu vực phía nam Việt Nam. Với nguồn nhiên liệu này, động cơ đốt trong có nguồn nhiên liệu thay thế phù hợp với khu vực, chủ động trong việc sản xuất và cung cấp, điều đó không những góp phần giải quyết việc làm cho lao động phổ thông mà còn góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế trong khu vực. Cũng trong bài báo này, động cơ được đề cập để nghiên cứu là loại động cơ được sản xuất trong nước, đồng thời cũng là sản phẩm có nguồn cung cấp ổn định, được sử dụng nhiều trong nước. Động cơ được nghiên cứu dùng cho các chương sau tính toán nhiệt động cơ và so sánh hiệu quả sử dụng các loại nhiên liệu. Động

cơ được chọn là VIKYNO 01 xy lanh, sử dụng nhiên liệu Diesel và có công suất khoảng 7 - 10HP, số vòng quay (n) của động cơ là 2500 - 3600 vòng/phút mang thương hiệu VIKYNO. Sau khi tìm hiểu các thành phần của nhiên liệu thay thế, đề tài sẽ tiến hành tính toán các thông số nhiệt động lực học của của động sử dụng nhiên liệu thay thế. Để có được kết quả tin cậy tác giả sẽ mô phỏng, sử dụng cả hai loại nhiên liệu diesel và biodiesel.

2. ĐẶC TÍNH NHIÊN LIỆU BIODIESEL

Biodiesel là những mono ankyn ester, nó là sản phẩm của quá trình ester hóa các acid hữu cơ. Biodiesel có các đặc tính gần giống như diesel, thích hợp cho việc sử dụng làm nhiên liệu thay thế dùng cho động cơ đốt trong. Nguồn nguyên vật liệu để sản xuất biodiesel được chiết xuất từ các loại cây lấy dầu, có sản lượng phong phú. Ở nước ta, đặc biệt là khu vực phía nam, một trong những loại cây có thể kể đến là cây dừa. Dầu dừa là một nguồn nguyên liệu lớn để sản xuất biodiesel. Biodiesel dầu dừa có nhiệt trị cao, độ nhớt thấp trong các loại biodiesel, chỉ số cetan cao gần bằng diesel, là nhiên liệu có thể pha trộn vô hạn với diesel.

Bảng sau đây là sự so sánh một số tính chất của nhiên liệu diesel, biodiesel và hỗn hợp diesel-biodiesel với tỉ lệ khác nhau. (B20, B30... được hiểu là hỗn hợp diesel-biodiesel có 20%, 30%... biodiesel theo thể tích)

Bảng 1: so sánh một số tính chất của nhiên liệu

Chỉ tiêu	Die	B20	B30	B40	B50	B75	Bio
Chỉ số Cetan	52.0	52.0	52.4	52.8	53.2	54.1	54.1
Khối lượng riêng (kg/l)	0.840	0.846	0.851	0.856	0.861	0.873	0.884
Độ nhớt (mm ² /s)	4.8	4.9	5.2	5.5	5.8	6.4	13.1
Điểm nóng chảy (°C)	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-12
Điểm đục (°C)	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-5
%O ₂ theo khối lượng	0.00	2.35	3.30	4.60	5.95	8.86	10.70
Nhiệt trị (kj/kg)	43800	41983	41443	40903	40600	38664	37370

Biodiesel dầu dừa có công thức hóa học:
 $R-COO-CH_3$
 (cacbon:72%, hydro: 12%, oxy: 16%).
 Tên gọi: Metyl ester Coco-oil (MeCo).

Kết quả nghiên cứu và so sánh, biodiesel (dầu dừa) có tính chất rất gần như dầu diesel, vì vậy có thể dùng Biodiesel làm nhiên liệu thay thế để sử dụng cho động cơ đốt trong diesel.

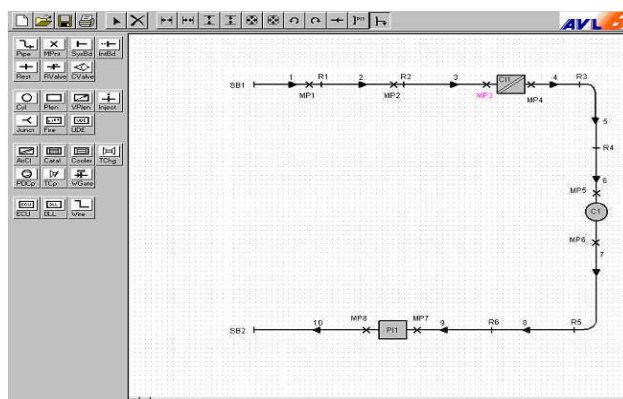
3. MÔ PHỎNG TRÊN PHẦN MỀM BOOST

Với phần mềm chuyên dụng BOOST tại phòng kỹ thuật mô phỏng AVL – Khoa kỹ thuật giao thông – Đại học Bách khoa Tp.HCM, tác giả đã mô phỏng chu trình vận hành của động cơ diesel có công suất 10HP (7,35kW) và n=3600 vòng/phút. Kết quả mô phỏng cho chúng ta đặc tính ngoài của động cơ khi sử dụng hai loại nhiên liệu diesel và biodiesel. Trên cơ sở đó chúng ta có thể so sánh đặc tính của động cơ diesel khi sử dụng nhiên liệu biodiesel.

3.1 Quy trình mô phỏng

- Tính toán các thông số đặc trưng nhiên liệu.
- Lập mô hình và chu trình mô phỏng.
- Mô phỏng theo chu trình đã lập trên cơ sở file nhiên liệu đã được xác định theo thứ tự số vòng quay tăng dần của động cơ từ 750 vòng/phút đến 3600 vòng/phút.
- Trình bày kết quả mô phỏng ra bảng tại một số điểm khi sử dụng 02 loại nhiên liệu.
- So sánh và nhận xét kết quả mô phỏng 02 loại nhiên liệu theo áp suất trong xy lanh, nhiệt độ trong xy lanh và công có ích.
- So sánh và nhận xét kết quả mô phỏng theo các đặc tính của động cơ theo số vòng quay: công có ích, moment, suất tiêu hao nhiên liệu dưới dạng đồ thị.

3.2 Mô hình mô phỏng



Hình 1: mô hình mô phỏng chu trình công tác

3.3 Kết quả mô phỏng

3.3.1 Bảng số liệu

Bảng kết quả so sánh một số giá trị đặc trưng của động cơ khi sử dụng nhiên liệu diesel và biodiesel với số vòng quay tăng dần từ 750 vòng/phút đến 3600 vòng/phút.

(*) Chữ màu đen của bảng sau là giá trị mô phỏng của diesel, chữ màu nhạt là giá trị mô phỏng của biodiesel.

Bảng 2: các thông số mô phỏng nhiên liệu diesel và biodiesel trên động cơ Vikyno

Tốc độ động cơ (vòng/phút)	Moment chỉ thị (Nm)	Moment masát (Nm)	Moment có ích (Nm)	Moment chỉ thị riêng (Nm/l)	Moment có ích riêng (Nm/l)
750	10,49 10,04	2,27 2,27	8,22 7,78	25,79 24,69	20,22 19,12
1000	14,49 13,88	2,27 2,27	12,22 11,61	35,63 34,13	30,06 28,56
1500	20,49 23,67	3,39 3,39	17,11 20,28	50,40 58,21	42,08 49,89
2000	25,19 24,87	4,51 4,51	20,68 20,36	61,95 61,16	50,87 50,08
2500	26,53 25,52	5,63 5,65	20,91 19,89	65,25 62,76	51,42 48,93
3000	25,92 25,91	6,75 6,75	19,17 19,16	63,74 63,72	47,15 47,13
3500	27,60 26,09	7,87 7,87	19,73 18,23	67,88 64,17	48,53 44,83
3600	27,60 26,10	8,09 8,09	19,51 18,01	67,87 64,20	47,98 44,30

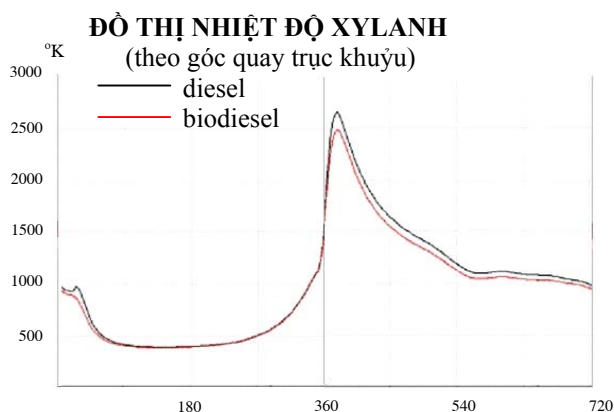
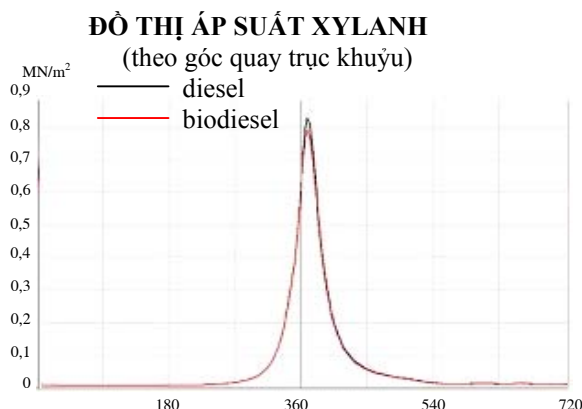
Bảng 3: các thông số mô phỏng nhiên liệu diesel và biodiesel trên động cơ Vikyno (tt)

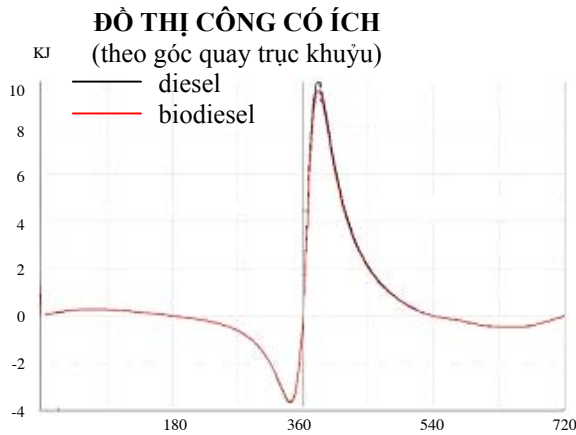
Tốc độ động cơ (vòng/phút)	Công suất chỉ thị (kW)	Công suất masát (kW)	Công suất có ích (kW)	Công suất chỉ thị riêng (kW/l)	Công suất có ích riêng (kW/l)
750	0,82 0,97	0,18 0,18	0,65 0,61	2,03 1,92	1,59 1,50

1000	1,52 1,45	0,24 0,24	1,28 1,22	3,73 3,57	3,15 2,99
1500	3,22 3,72	0,53 0,53	2,69 3,19	7,92 9,14	6,61 7,84
2000	5,28 5,21	0,94 0,94	4,33 4,27	12,97 12,81	10,65 10,49
2500	6,95 6,68	1,47 1,47	5,47 5,21	17,08 16,43	13,46 12,81
3000	8,14 8,14	2,12 2,12	6,02 6,02	20,02 20,02	14,81 14,81
3500	10,12 9,56	2,88 2,88	7,23 6,68	24,88 23,52	17,79 16,43
3600	10,40 9,84	3,05 3,05	7,35 6,79	25,59 24,20	18,09 16,70

3.3.2 Đồ thị

Kết quả đồ thị cho phép so sánh áp suất, nhiệt độ, công có ích trong 01 chu trình làm việc của động cơ khi sử dụng nhiên liệu diesel và biodiesel.





Hình 2: Các đồ thị so sánh thông số đặc trưng trong chu trình công tác của động cơ khi sử dụng nhiên liệu diesel và biodiesel

3.3.3 Kết quả so sánh đặt tính ngoài

3.3.3.1 Dạng bảng

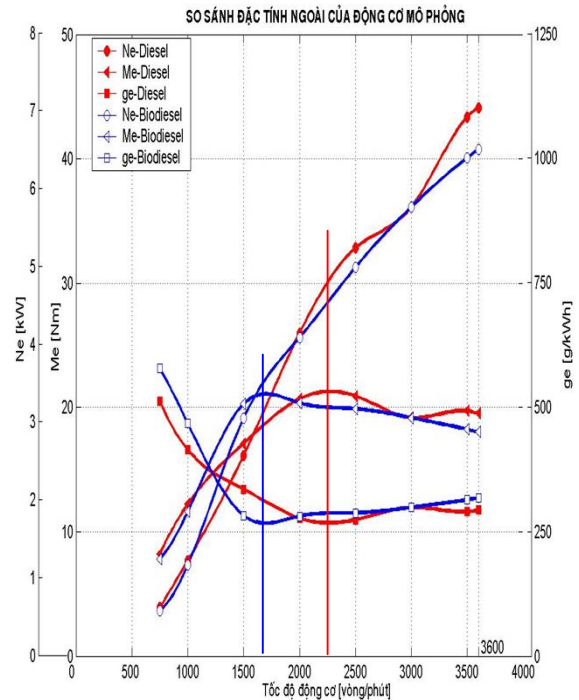
(*) Chữ màu đen của bảng sau là giá trị mô phỏng của diesel, chữ màu nhạt là giá trị mô phỏng của biodiesel.

Bảng 4: so sánh đặt tính ngoài của động cơ

n	Ne (kW)	Me (Nm)	Ge (g/kWh)
750	0.65 0.61	8.22 7.78	512.15 578.95
1000	1.28 1.22	12.22 11.61	414.58 467.40
1500	2.69 3.19	17.11 20.28	334.88 282.46
2000	4.33 4.27	20.68 20.36	277.02 281.34
2500	5.47 5.21	20.91 19.89	274.04 287.99
3000	6.02 6.02	19.17 19.16	298.85 298.96
3500	7.23 6.68	19.73 18.23	290.33 314.33
3600	7.35 6.79	19.51 18.01	293.69 317.83

Ne - công suất động cơ; Me – moment xoắn động cơ;
Ge – suất tiêu hao nhiên liệu

3.3.3.2 Dạng đồ thị



Hình 3: Đồ thị so sánh đặc tính ngoài của động cơ khi sử dụng nhiên liệu diesel và biodiesel

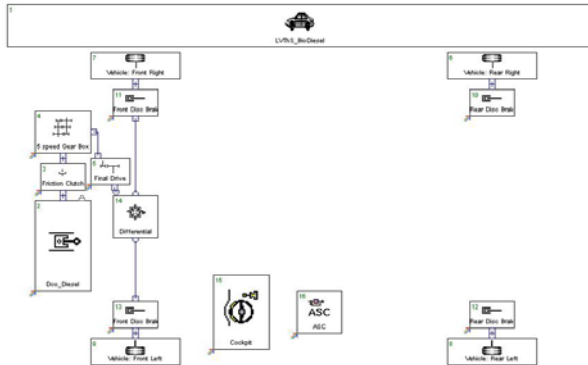
4. MÔ PHỎNG TRÊN PHẦN MỀM CRUISE

Mô phỏng trên phần mềm CRUISE, được xây dựng trên một mô hình xe nông dụng sử dụng động cơ VIKYNO, vì hiện nay, trên khuôn khổ đề tài, tác giả chưa tìm được phần mềm mô phỏng các chất phát thải trên mô hình một động cơ diesel. Hơn nữa, trên cơ sở kết quả mô phỏng, chúng ta chỉ so sánh lượng phát thải các chất độc hại đối với 2 loại nhiên liệu một cách định tính. So sánh kết quả mô phỏng được sẽ cho biết lượng phát thải CO, NO_x, HC của động cơ sử dụng nhiên liệu biodiesel so với nhiên liệu diesel.

4.1 Quy trình mô phỏng

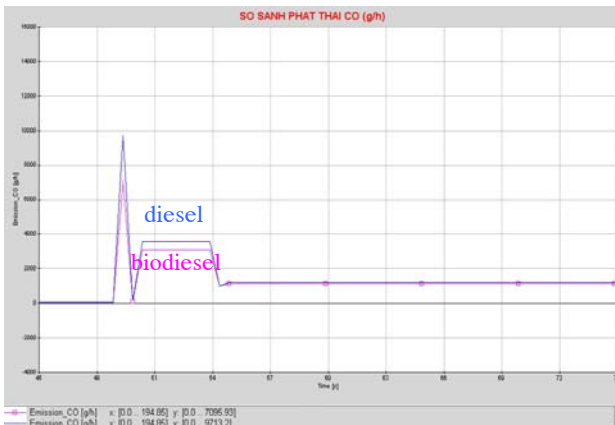
- Thiết lập một mô hình mô phỏng xe nông dụng 4x2 sử dụng động cơ diesel 01 xylanh.
- Mô phỏng cùng một chế độ của mô hình cho 02 loại nhiên liệu.
- So sánh kết quả và nhận xét phát thải của quá trình cháy của 02 loại nhiên liệu.

4.2 Mô hình mô phỏng

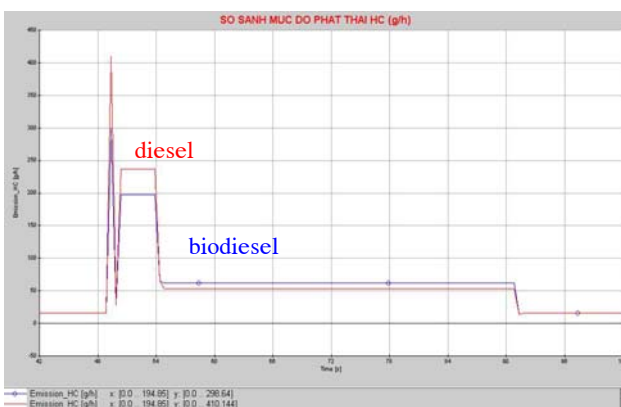


Hình 4: mô hình mô phỏng phát thải động cơ trên phần mềm CRUISE

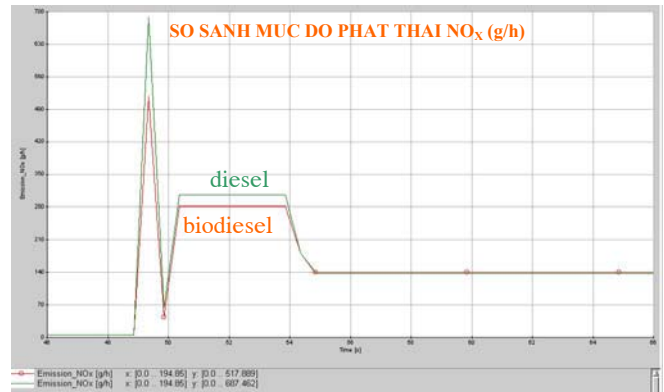
4.3 Kết quả mô phỏng



Hình 5: so sánh sự phát thải CO trong chu trình UDC (Urban Driving Cycle)



Hình 6: so sánh sự phát thải HC trong chu trình UDC (Urban Driving Cycle)



Hình 7: so sánh sự phát thải NOx trong chu trình UDC (Urban Driving Cycle)

Lượng phát thải CO, HC và NOx theo kết quả mô phỏng trên cùng một chu trình tính của nhiên liệu diesel và biodiesel khác nhau. Tất cả chỉ số phát thải chất độc hại của biodiesel đều thấp hơn diesel.

5. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

5.1 Nhận xét

5.1.1 Đặc tính ngoài của động cơ

Dựa trên kết quả các đồ thị đặc tính ngoài của động cơ theo số vòng quay, ta có các nhận xét sau:

- Khi động cơ chạy ở chế độ cực đại (3600 vòng/phút). Công suất và moment của động cơ khi sử dụng nhiên liệu diesel cao hơn khi sử dụng biodiesel.
- Trong khoảng số vòng quay động cơ từ 1500 - 2000 vòng/phút, công suất và Moment của động cơ khi sử dụng nhiên liệu Biodiesel tăng nhanh hơn động cơ sử dụng nhiên liệu diesel. Ngược lại, suất tiêu hao nhiên liệu biodiesel giảm hơn so với suất tiêu hao nhiên liệu diesel.
- Moment của động cơ đạt cực đại ($M_{e_{max}}$) khi sử dụng cả hai loại nhiên liệu gần bằng nhau ($M_{e_{max-Bio}} = 20,36Nm$ tại số vòng quay 1700v/p và $M_{e_{max-Die}} = 20,91Nm$ tại số vòng quay 2276v/p) - chênh lệch giảm không quá 2,6%.
- Suất tiêu hao nhiên liệu cực tiểu của động cơ khi mô phỏng 2 loại nhiên liệu trên ($g_{e_{min}}$) khi sử dụng nhiên liệu biodiesel ($g_{e_{min-Bio}} = 267,09$ g/kWh tại số vòng quay 1700v/p) chênh lệch không quá .. % so với nhiên liệu diesel ($g_{e_{min-Die}} = 267,87$ g/kWh tại số vòng quay 2247v/p).

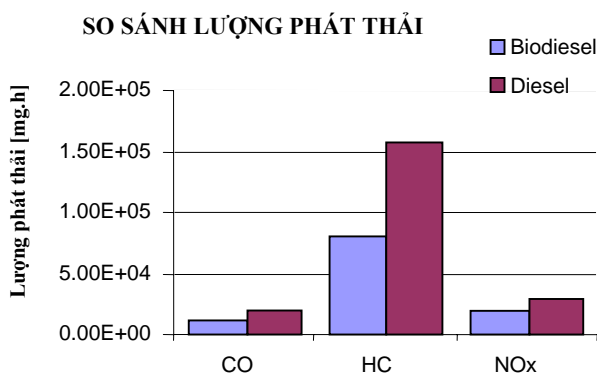
5.1.2 Lượng phát thải của động cơ

Lượng phát thải CO, HC và NO_x theo kết quả mô phỏng trên cùng một chu trình tính của nhiên liệu diesel và biodiesel khác nhau. Tất cả chỉ số phát thải chất độc hại của biodiesel đều thấp hơn diesel.

Trên cơ sở file dữ liệu của chu trình tính, dùng phần mềm tính toán (Excel), tính tổng khối lượng phát thải trên toàn chu trình thử, ta được kết quả sau:

Bảng 5: so sánh phát thải động cơ

	CO	HC	NO _x
Diesel	1.57351E+05	1.05316E+04	2.02496E+04
Biodiesel	7.96198E+04	6.55064E+03	1.06918E+04
↑,↓	↓, 50,6%	↓, 62,2%	↓, 52,8%



Hình 8: so sánh lượng phát thải động cơ

5.2 Kết luận

Khi sử dụng động cơ VIKYNO dùng nhiên liệu diesel thì vùng giới hạn tối ưu là 2000 - 25000v/p. Khi dùng nhiên liệu biodiesel, ta vẫn giữ nguyên kết cấu động cơ và chấp nhận vùng giới hạn hoạt động tối ưu tại số vòng quay từ 1500 - 2000 v/p.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Xuân Mai, Văn Thị Bông, Nguyễn Thanh Bình – Tính toán nhiệt và động lực học động cơ đốt trong - NXB Đại học Quốc gia Tp. HCM (2002).
2. Lê Viết Lượng – Lý thuyết động cơ Diesel – NXB Giáo Dục (2000).
3. Bùi Văn Ga, Văn Thị Bông, Phạm Xuân Mai, Trần Văn Nam, Trần Văn Hải Tùng –

Ô tô và ô nhiễm môi trường – NXB Giáo dục (1999).

4. Phạm Tấn Tùng - Điều chế nhiên liệu methyl ester dầu thực vật – Tài liệu LV Cao học, Đại học Bách khoa (2002).
5. Cục thống kê TP. Hồ Chí Minh – Niên giám thống kê (2004).
6. Website (keywords: biodiesel, marine engine, internal combustion engine, thống kê, ...)