

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ ETHANOL CUNG CẤP CHO ĐỘNG CƠ DIESEL 1 XYLANH

RESEARCH FOR CALCULATORY SIMULATION OF THE EFFECT OF ETHANOL RATE OF SUPPLY FOR 1 XYLIN DIESEL ENGINE

Trần Ngọc Anh¹, Nguyễn Thanh Hòa², Phạm Văn Hoán²,
Đỗ Đăng Kiên³, Lương Ngọc Huyền³, Nguyễn Tuấn Nghĩa^{4,*}

TÓM TẮT

Trong bối cảnh nền kinh tế thế giới đang bước vào toàn cầu hóa, mỗi một biến động trên thế giới đều ảnh hưởng tới các quốc gia, trong đó có Việt Nam. Sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế, khoa học công nghệ toàn cầu này kéo theo nhu cầu sử dụng dầu mỏ rất mạnh mẽ, thế giới đã và đang bị lệ thuộc quá nhiều vào dầu mỏ... trong khi đó nguồn năng lượng chính là dầu mỏ đang cạn kiệt, theo dự báo của các nhà khoa học, đến khoảng năm 2050-2060, nếu không tìm được những nguồn năng lượng mới thay thế, thế giới có thể lâm vào khủng hoảng năng lượng vô cùng nghiêm trọng... Do vậy, nghiên cứu tính năng kỹ thuật và phát thải của động cơ diesel khi sử dụng hỗn hợp diesel-ethanol được thực hiện nhằm bổ sung thêm nguồn tài liệu tham khảo. Thông qua thực nghiệm, có thể tìm ra được bộ thông số tối ưu, làm tài liệu tra cứu cho các đề tài nghiên cứu cùng lĩnh vực sau này.

Từ khóa: Động cơ, diesel 1 xylanh.

ABSTRACT

In the context that the world economy is entering globalization, every change in the world affects countries, including Vietnam. The strong development of the global economy and science and technology has led to a very strong demand for oil, the world has been dependent on oil too much... while the main source of energy is According to scientists, by about 2050-2060, if new alternative energy sources cannot be found, the world may fall into a very serious energy crisis... Therefore, study on technical features and emissions of diesel engines when using diesel-ethanol mixture was carried out in order to supplement additional reference sources. Through experimentation, it is possible to find the optimal set of parameters, as a reference material for future research projects in the same field.

Keywords: Engine, 1-cylinder diesel.

¹Lớp Kỹ thuật Ô tô 7 - K13, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Lớp Kỹ thuật Ô tô 5 - K15, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Lớp Kỹ thuật Ô tô 4 - K15, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

⁴Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: nghiant@hau.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiên liệu được hình thành từ các hợp chất có nguồn gốc từ động vật, thực vật. Ví dụ như nhiên liệu chế suất từ

chất béo của động thực vật (mỡ động vật, dầu dừa...), ngũ cốc (lúa mì, ngô, đậu tương...), chất thải trong nông nghiệp (rơm rạ, phân...), sản phẩm thái trong công nghiệp (mùn cưa, sản phẩm gỗ thải...). Sử dụng (NLSH) có nhiều tụ điểm như: công nghệ sản xuất không quá phức tạp, có khả năng tái tạo, tăng hiệu quả kinh tế nông nghiệp, có thể sử dụng trên động cơ thông thường mà ít phải thay đổi kết cấu NLSH dùng cho động cơ đốt trong gồm hai dạng chủ yếu là nhiên liệu dạng khí và dạng lỏng. Nhiên liệu dạng khí gồm biogas hay khí sinh học là hỗn hợp của khí methane CH₄ (50 - 60%) và CO₂ (> 30%) và một số khí khác như hơi nước, N, O, H, S, CO, sinh ra từ sự phân hủy các hợp chất hữu cơ trong môi trường ếm khí, xúc tác ở nhiệt độ từ 20°C - 40°C. Nhiên liệu dạng lỏng gồm xăng sinh học và diesel sinh học. Hiện nay trên thế giới xăng sinh học thông dụng nhất là ethanol. Do ethanol có khả năng sản xuất ở quy mô công nghiệp từ nguyên liệu chứa tinh bột như ngũ cốc, ngô, khoai, sắn và nguyên liệu chứa đường như mía, củ cải đường. Diesel sinh học được sản xuất từ dầu thực vật hay mỡ động vật bằng phản ứng chuyển hóa este và có tính chất tương đương với nhiên liệu khẩu diesel.

2. MỤC ĐÍCH VÀ ĐỐI TƯỢNG MÔ PHỎNG

2.1. Mục đích mô phỏng

Đánh giá ảnh hưởng của hỗn hợp diesel-ethanol đến đặc tính cháy, hình thành phát thải độc hại cũng như thông số tính năng của động cơ thông qua mô hình mô phỏng xây dựng trên phần mềm AVL Boost.

2.2. Đối tượng mô phỏng

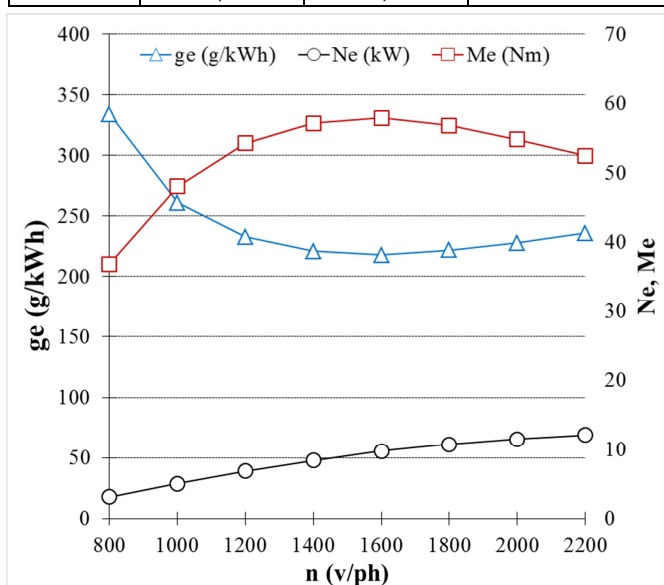


Hình 1. Động cơ TV165

Nhiên liệu sử dụng trong mô phỏng gồm diesel, hỗn hợp diesel-ethanol với các tỷ lệ khác nhau. Mặc dù ở phần mở đầu đã xác định nghiên cứu hỗn hợp nhiên liệu diesel-ethanol nhưng mới dựa trên suy luận định tính. Vì vậy ở phần mô phỏng cũng như thực hiện nghiên cứu, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu hỗn hợp diesel-ethanol để có kết quả định lượng và qua đó có cơ sở vững chắc tiến hành nghiên cứu hỗn hợp diesel-ethanol với ethanol như là một phụ gia cải thiện tính năng.

Bảng 1. Thông số mô phỏng đặc tính ngoài động cơ nghiên cứu

Tốc độ	Ne (kW)	Me (Nm)	ge (g/kWh)
800	3,09	36,84	334
1000	5,03	48,04	261
1200	6,82	54,24	233
1400	8,37	57,12	221
1600	9,7	57,89	218
1800	10,71	56,8	222
2000	11,48	54,79	228
2200	12,08	52,44	236



Hình 2. Đường đặc tính ngoài mô phỏng động cơ TV165

3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHỎNG ĐỘNG CƠ

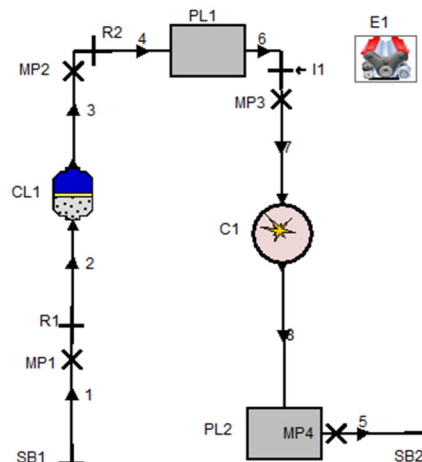
3.1. Xây dựng mô hình

Bảng 2. Các phần tử xây dựng mô hình động cơ TV165

STT	Tên phần tử	Số lượng	STT	Tên phần tử	Số lượng
1	Phần tử biên	2	1	Xy lanh	1
2	Lọc khí	1	2	Bình ổn áp PL	2
3	Cản dòng	2	3	Điểm đo	4
4	Vòi (phun trực tiếp)	1	4	Đường ống	7

Dựa trên kết cấu thực tế của động cơ, mô hình động cơ TV165 được xây dựng trong phần mềm AVL Boost bằng cách lựa chọn các phần tử được định nghĩa sẵn tương ứng với các chi tiết thực tế của động cơ, sau đó liên kết với các

phần tử đó bằng các phần tử ống và khai báo các thông số kĩ thuật cho các phần tử, bằng điều kiện biên cho các phần tử. Các phần tử tương ứng được lựa chọn như trong bảng 2 và mô hình động cơ được xây dựng như trong hình 3.



Hình 3. Mô hình động cơ TV165

3.2. Các thông số nhập cho mô hình

Các số liệu nhập cho mô hình bao gồm: Thông số kết cấu (hình dạng kích thước của động cơ), thông số làm việc (lượng nhiên liệu cung cấp, tốc độ động cơ, góc phun sớm, áp suất phun...) và các mô hình tính toán (mô hình nhiên liệu, mô hình cháy, mô hình truyền nhiệt, mô hình phát thải). Mô hình cháy AVL MCC và mô hình truyền nhiệt Woschni 1987 được lựa chọn trong tính toán mô phỏng do các mô hình này phù hợp với động cơ TV165 là động cơ diesel buồng cháy thống nhất, phun trực tiếp và chế độ mô phỏng là ở toàn tải.

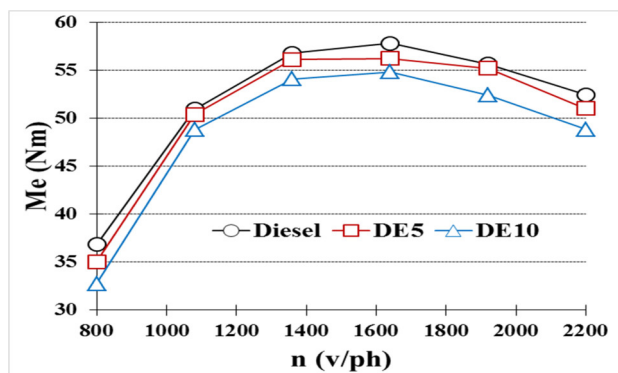
4. TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG TÍNH NĂNG KỸ THUẬT VÀ PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ KHI SỬ DỤNG HỖN HỢP NHIÊN LIỆU DIESEL-ETHANOL

4.1. Kết quả tính toán mô phỏng tính năng kỹ thuật động cơ

Mômen và hiệu suất tiêu hao nhiên liệu động cơ ở chế độ 100% tải với các hỗn hợp nhiên liệu được tính toán tại các tốc độ khác nhau theo đường đặc tính ngoài thể hiện ở bảng 3, 4. Tỷ lệ ethanol càng tăng thì mômen động cơ giảm tương ứng là 2,24%, 6,32% (hình 4)

Bảng 3. So sánh mômen của động cơ khi sử dụng diesel, DE5, DE10

Tốc độ	Me (Nm)			DE5 so với diesel (%)	DE10 so với diesel (%)
	Diesel	DE5	DE10		
800	36,84	35,04	32,75	-4,89	-11,10
1080	50,94	50,37	48,79	-1,13	-4,23
1360	56,78	56,10	54,09	-1,19	-4,74
1640	57,78	56,23	54,83	-2,69	-5,10
1920	55,64	55,19	52,38	-0,81	-5,86
2200	52,44	50,99	48,83	-2,76	-6,89
Trung bình	51,74	50,65	48,61	-2,24	-6,32

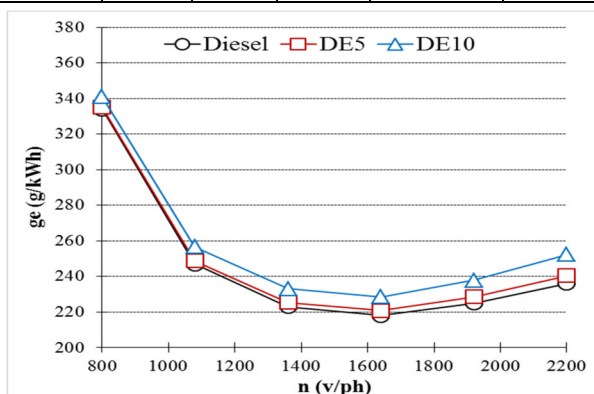


Hình 4. Biểu đồ mômen theo đặc tính ngoài

Tỷ lệ ethanol càng tăng thì suất tiêu hao nhiên liệu tăng lần lượt 1,14% và 4,66% (hình 5).

Bảng 4. So sánh suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ khi sử dụng diesel, DE5, DE10

Tốc độ	ge (g/kWh)			DE5 so với diesel (%)	DE10 so với diesel (%)
	Diesel	DE5	DE10		
800	334	335,07	341,02	0,32	2,10
1080	247	248,63	256,65	0,66	3,91
1360	223	225,38	233,00	1,07	4,49
1640	218	220,86	228,61	1,31	4,87
1920	225	228,60	237,84	1,60	5,71
2200	236	240,42	252,20	1,87	6,86
Trung bình	247,17	249,83	258,22	1,14	4,66



Hình 5. Suất tiêu hao nhiên liệu theo đặc tính ngoài

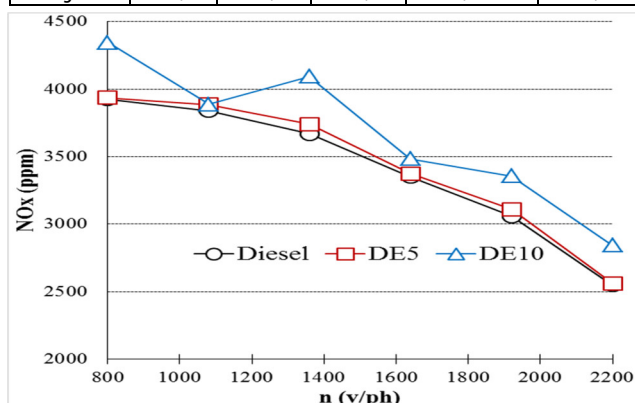
4.2. Kết quả tính toán phát thải

Kết quả tính toán phát thải NO_x theo đặc tính ngoài. Hàm lượng NO_x khi sử dụng DE5 tăng hầu như không đáng kể, nhưng tăng nhiều khi sử dụng DE10, so với nhiên liệu Diesel. Cụ thể theo đường đặc tính ngoài hàm lượng NO_x lần lượt tăng trung bình 1,04%, 8,14% (hình 6).

Bảng 5. Phát thải NO_x theo đường đặc tính ngoài

Tốc độ	NO _x (ppm)			DE5 so với diesel (%)	DE10 so với diesel (%)
	Diesel	DE5	DE10		
800	3924	3936,17	4345,05	0,31	10,73
1080	3839	3884,54	3888,07	1,19	1,28

1360	3669	3739,60	4093,55	1,92	11,57
1640	3350	3374,50	3483,80	0,73	3,99
1920	3058	3108,91	3354,91	1,66	9,71
2200	2548	2559,32	2842,47	0,44	11,56
Trung bình	3398,00	3433,84	3667,97	1,04	8,14

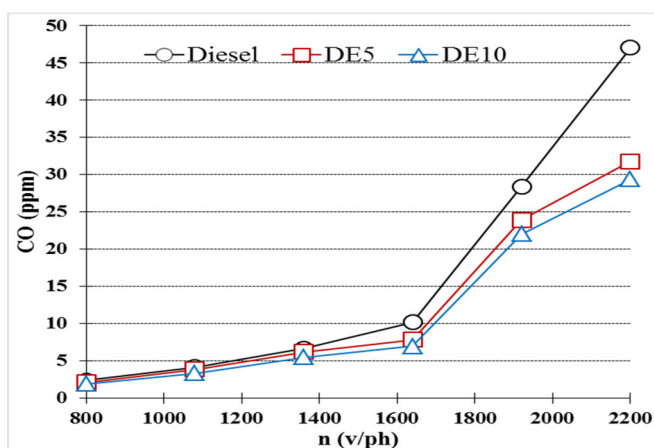


Hình 6. Hàm lượng NO_x theo đường đặc tính ngoài

Kết quả tính toán phát thải CO theo đặc tính ngoài bảng 6. Khi sử dụng nhiên liệu hỗn hợp diesel-ethanol, thành phần CO trong không khí có xu hướng giảm. Tăng tỷ lệ ethanol trong hỗn hợp, mức giảm CO càng lớn. So với diesel, hỗn hợp DE5, DE10, giảm CO trung bình tương ứng 16,07%, 24,97% (hình 7).

Bảng 6. Phát thải CO theo đặc tính ngoài

Tốc độ	CO (ppm)			DE5 so với diesel (%)	DE10 so với diesel (%)
	Diesel	DE5	DE10		
800	2,35	2,11	1,87	-10,13	-20,22
1080	4,16	3,81	3,34	-8,33	-19,80
1360	6,62	6,20	5,44	-6,35	-17,82
1640	10,18	7,80	6,94	-23,38	-31,82
1920	28,41	23,93	22,00	-15,78	-22,57
2200	47,04	31,78	29,36	-32,44	-37,58
Trung bình	16,46	12,61	11,49	-16,07	-24,97

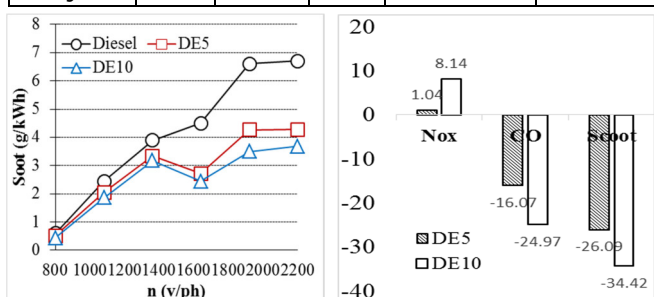


Hình 7. Hàm lượng CO theo đường đặc tính ngoài

Kết quả tính toán phát thải muội than theo đặc tính ngoài thể hiện ở bảng 7. Hàm lượng Soot giảm đáng kể khi sử dụng DE5, DE10 trung bình trên toàn dải tốc độ theo đường đặc tính ngoài mức giảm tương ứng là 26,09%, 34,54% (hình 8).

Bảng 7. Phát thải Soot theo đặc tính ngoài

Tốc độ	Soot (g/kWh)			DE5 so với diesel (%)	DE10 so với diesel (%)
	Diesel	DE5	DE10		
800	0,6	0,51	0,44	-15,11	-27,47
1080	2,44	2,05	1,87	-15,95	-23,54
1360	3,89	3,33	3,17	-14,38	-18,51
1640	4,5	2,71	2,45	-39,68	-45,58
1920	6,6	4,27	3,49	-35,29	-47,06
2200	6,7	4,28	3,68	-36,11	-45,07
Trung bình	4,12	2,86	2,52	-26,09	-34,54



Hình 8. Hàm lượng Soot theo đường đặc tính ngoài và sự thay đổi trung bình NO_x, CO, Soot theo đường đặc tính ngoài

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng mô hình mô phỏng động cơ TV165 bằng phần mềm AVL boots và thực hiện tính toán lý thuyết tính năng kinh tế kỹ thuật và phát thải khi sử dụng nhiên liệu diesel-ethanol. Các kết quả thu được theo đặc tính ngoài như sau:

➢ Khi sử dụng DE5 và DE10 trung bình mômen động cơ giảm 2,24% và giảm 6,32% suất tiêu hao nhiên liệu tăng 1,14% và 4,66%, CO giảm 16,07% và 24,97%, muội than giảm 26,09% và 34,54%, trong khi NO_x tăng 1,04% và 8,14%

➢ Như vậy khi sử dụng các hỗn hợp nhiên liệu thì mômen động cơ giảm, suất tiêu hao nhiên liệu tăng, các thành phần phát thải đều giảm, trừ Nox tăng với diesel-ethanol so với khi sử dụng diesel. Càng tăng tỷ lệ ethanol trong hỗn hợp thì các thành phần phát thải càng giảm, tuy nhiên mômen động cơ cũng giảm. Để đạt mục tiêu giảm phát thải nhưng mômen không giảm hơn 5%, từ kết quả mô phỏng có thể thấy hỗn hợp nhiên liệu với tỷ lệ nhiên liệu ethanol dưới 10% là hợp lý. Trên cơ sở đó luận án lựa chọn hỗn hợp nhiên liệu DE5, DE10 để thực hiện và thử nghiệm trên động cơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đinh Thị Ngo, Nguyễn Khánh Diệu Hồng, 2008. *Nhiên liệu sạch và các quá trình trong sử lý hóa dầu*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Lê Anh Tuấn, 2009. *Thử nghiệm nhiên liệu gashol E5 và E10 trên ô tô và xe máy*. Báo cáo kết quả hợp đồng số: 05-7 HĐ ĐHBK-PTN ĐCĐT.
- [3]. Khổng Văn Nguyên, 2019. *Nghiên cứu điều khiển hệ thống phun nhiên liệu diesel kiểu CommonRail (CR) khi sử dụng hỗn hợp nhiên liệu diesel-biodiesel*. Luận án TSKT, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [4]. C. Kadas, 1993. *Dầu mỡ bôi trơn*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [5]. Lê Thị Thanh Hương, 2001. *Nghiên cứu tổng hợp biodiesel bằng phản ứng ancol phân tử từ mỡ cá da trơn ở đồng bằng sông Cửu Long trên nền xúc tác axit và bazơ*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh.
- [6]. Phạm Hữu Truyền, 2014. *Nghiên cứu nâng cao tỷ lệ nhiên liệu sinh học bio-ethanol sử dụng trên động cơ xăng*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật cơ khí động lực Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [7]. Nguyễn Tất Tiến, 2003. *Nguyên lý động cơ đốt trong*, NXB Giáo dục.
- [8]. Phạm Minh Tuấn, 2008. *Lý thuyết động cơ đốt trong*. NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [9]. Lê Viết Lượng, 2001. *Lý thuyết động cơ Diesel*. NXB Giáo dục.
- [10]. Lương Đức Nghĩa, 2013. *Nghiên cứu đánh giá đặc tính kinh tế kỹ thuật của động cơ diesel khi sử dụng nhiên liệu diesel pha cồn*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [11]. Quyết định số 177/2007/QĐ-TTg của thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Đề án *Phát triển nhiên liệu sinh học đến năm 2015 tầm nhìn đến năm 2025*.
- [12]. Quyết định số 53/2012/QĐ-TTg của thủ tướng Chính phủ về việc ban hành *Lộ trình áp dụng tỷ lệ phối trộn nhiên liệu sinh học với nhiên liệu truyền thống*.
- [13]. USDA Foreign Agricultural Service, 2017. *EU Biofuels Annual 2017*. EU-28
- [14]. USDA Foreign Agricultural Service, 2017. *Thailand Biofuel Annual 2017*. Thailand.
- [15]. USDA Foreign Agricultural Service, 2017. *Indonesia Biofuel Annual Report 2017*. Indonesia.
- [16]. Chuong-Lin Song, Ying-Chao Zhou, Rui-Jing Huang, Yu-Qiu Wang, Qi-Fei Huang, Gang lu, Ke-Ming Liu, 2007. *Influence of ethanol-diesel blended fuels on diesel exhaust, emissions and mutagenic and genotoxic activities of particulate extracts*. Journal of hazardous Materials 149, 355-363, Available online 8 April 2007.
- [17]. Gvidonas Labeckas, Stasys Slavinskas, Marius Mazcika, 2014. *The effect of ethanol-diesel-biodiesel blends on combustion, performance and emissions of a direct injection diesel engine*. Energy Conversion and Management 79, 698-720.
- [18]. Alan C. Hansen, Qin Zhang, Peter W.L. Lyne, 2005. *Ethanol-diesel fuel blends-a review*. Bioresource Technology, Vol. 96, Elsevier, 277-285.
- [19]. Nadir Yilmaz, Francisco M. Vigil, A. Burl Donaldson, Tariq Darabseh, 2013. *Investigation of CI engine emissions in biodiesel-ethanol-diesel blends as a function of ethanol concentration*. Fuel, Elsevier.