NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA B10, B20 ĐẾN PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL 490QZL

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF B10 AND B20 ON THE EMISSION OF DIESEL ENGINES 490QZL

Lê Công Báo, Khương Thị Hà
Bộ môn Máy Động lực, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Hiện nay, ô nhiễm môi trường là vấn đề quan trọng và cấp bách cần giải quyết. Việc sử dụng nhiên liệu sinh học trên động cơ không chỉ là một giải pháp để đáp ứng các nhu cầu nhiên liệu mà còn để giảm lượng phát thải như CO, NOx, HC từ các phương tiện gây ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng xấu tới sức khỏe con người. Ở Việt Nam, việc đưa nhiên liệu diesel sinh học vào sử dụng chưa được thực hiện. Vì vậy, diesel sinh học cần được nghiên cứu và áp dụng để nâng cao khả năng để thay thế cho diesel, giảm phát thải. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của nhiên liệu sinh học B10, B20 đến đặc tính phát thải của động cơ diesel 4 xy lanh.

Từ khóa: *Nhiên liệu sinh học; Diesel sinh học B10, B20; Phát thải độc hại.*

ABSTRACT

Nowaday, the environmental pollution is an important problem and need to be solve. The use of biofuel blends on gasoline engines is not only a potential solution for satisfying the fuel demand but also for reducing emissions as CO, NOx, HC from vehicles which cause environmental pollution and adverse health effect. In Vietnam, the introduction of biodiesel fuel into use has not been implemented. Therefore, biodiesel needs to be researched and applied to improve its ability to replace diesel and reduce emissions. This paper presents results of experimental research of biodiesel B10 and B20 fuels to exhaust emissions characteristic of 4-cylinder diesel engine.

Keywords: *Biofuel; Biodiesel B10, B20; Exhaust emissions.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một nước nông nghiệp, nơi có tiềm năng lớn về nguyên liệu phục vụ cho sản xuất nhiên liệu sinh học phục vụ cho đời sống, đã có chủ trương đúng đắn thể hiện qua Đề án Phát triển và sử dụng nhiên liệu sinh học đến năm 2015 và tầm nhìn đến năm 2025, và lộ trình sử dụng nhiên liệu sinh học theo Quyết định số 53/2012/QĐ-TTg [2]. Chủ trương này thể hiện sự tham vọng của Chính phủ và cũng thể hiện sự quyết tâm của toàn xã hội trong việc quy hoạch, tổ chức sản xuất và sử dụng nhiên liệu sinh học [1].

Việt Nam có nhiều tiềm năng về sản xuất nhiên liệu sinh học, điều kiện đất đai và khí hậu Việt Nam cho phép hình thành những vùng nguyên liệu tập trung. Mỡ cá, dầu thực phẩm thải được sử dụng để sản xuất biodiesel có thể giúp giải quyết được các vấn đề về môi trường và tăng hiệu quả kinh tế của quá trình chế biến thủy sản. Ước tính, Việt Nam có thể sản xuất khoảng 500 triệu lít biodiesel mỗi năm nếu như tổ chức quy hoạch và thực hiện vùng nguyên liệu theo hướng sử dụng đất triệt để, tạo ra nhiều loại giống có sản lượng cao và sở hữu các công nghệ tách dầu từ nguyên liệu [4]. Với xu thế chung về phát triển nhiên liệu sinh học, Petro Việt Nam đã có kế hoạch đưa B10 vào sử dụng trên thị trường. Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Công nghệ lọc, hóa dầu/Viện Hóa học Công nghiệp Việt Nam đã được đầu tư dự án (Dự án Korea Biodiesel Pilot Plant, công nghệ của Hàn Quốc) sản xuất B100 từ các loại dầu, mỡ thực vật, động vật. Do vậy, việc lựa chọn B100 có nguồn gốc từ bã thải của quá trình tinh lọc dầu cọ thành dầu ăn sẽ đảm bảo được ý nghĩa về kinh tế, xã hội và môi trường. Động cơ sử dụng diesel sinh học B10 và B20 sẽ tạo ra rất ít khí thải CO và Hydrocarbon và ít hơn hẳn các loại diesel thông dụng như B0 tới 30%. Bởi vì, hàm lượng ôxy có trong biodiesel khoảng 8,4%. Khi diesel phối trộn biodiesel được bổ sung thêm ôxy làm giảm các vùng thiếu ôxy trong buồng cháy, thúc đẩy quá trình hoàn toàn hơn dẫn tới lượng CO trong khí thải giảm. Bên cạnh đó, hàm lượng thành phần C trong nhiên liệu hỗn hợp cũng thấp hơn so với diesel cũng góp phần giảm sự hình thành CO trong khí thải. Chính vì vậy, diesel sinh học B10 và B20 rất thân thiện với môi trường [4], [3].

Các nghiên cứu sử dụng diesel sinh học trên động cơ và phương tiện đã được thực hiện khá đầy đủ, từ nghiên cứu lý thuyết đến nghiên cứu thực nghiệm ở trong cũng như ngoài nước. Ở trong nước, các loại diesel sinh học từ B10 đến B20 đã được nghiên cứu sử dụng trên động cơ diesel. Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm về phát thải trên đối tượng động cơ một xy lanh có công suất nhỏ. Bài báo tổng hợp các kết quả nghiên cứu thực nghiệm về phát thải trên động cơ diesel 4 xy lanh có công suất lớn khi sử dụng diesel sinh học có tỷ lệ biodiesel khác nhau.

2. NGUYÊN LÝ PHÁT THẢI

2.1. Cơ chế hình thành NO_x

NO_x là sản phẩm của quá trình oxy hoá nitơ trong không khí trong điều kiện nhiệt độ cao. Trong khí thải động cơ thì NO_x tồn tại ở hai dạng chủ yếu là NO_2 và NO. Cả hai loại khí đều rất độc nhưng NO_2 độc gấp 5 lần so với NO, phần lớn NO_2 hình thành từ việc oxi hoá NO [3].

Phản ứng chủ đạo để hình thành NO từ phân tử N_2 là:

$$O_2 \leftrightarrow 2O \quad (1)$$

$$N_2 + O \rightarrow NO + N \quad (2)$$

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 291, tháng 6 năm 2022
cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

$$N + O_2 \rightarrow NO + O \quad (3)$$
$$N + OH \rightarrow NO + H \quad (4)$$

Do NO được hình thành trong vùng ngọn lửa có thể nhanh chóng trở thành NO_2 qua phản ứng:

$$NO + HO_2 \rightarrow NO_2 + OH \quad (5)$$

Tiếp đó, NO_2 lại phản ứng và trở thành NO qua phản ứng:

$$NO_2 + O \rightarrow NO + O_2 \quad (6)$$

2.2. Cơ chế hình thành CO

CO được tạo ra do quá trình cháy không hoàn toàn của động cơ trong điều kiện thiếu ô xy và nhiệt độ cao [3]. CO được hình thành từ phản ứng sau:

$$2C + O_2 = 2CO \quad (7)$$

Đối với động cơ xăng, quá trình cháy thiếu ô xy nên CO sinh ra rất nhiều, trong quá trình giãn nở, một phần CO sẽ kết hợp với nước tạo CO_2 theo cơ chế sau:

Sự phát sinh mạch:

$$H_2O + CO = H_2 + CO_2 \quad (8)$$
$$H_2 + O_2 = 2OH \quad (9)$$

Sự nối tiếp mạch:

$$OH + CO = CO_2 + H \quad (10)$$
$$H + O_2 = OH + O \quad (11)$$

Sự đứt nhánh trên thành vách xy lanh:
$2H + \text{vách} = H_2$

Sự đứt nhánh trong lòng xy lanh:

$$CO + O = CO_2 \quad (12)$$

Qua các phản ứng trên cho thấy quá trình ô xy hóa CO phụ thuộc vào nồng độ H_2 và OH.

2.3. Cơ chế hình thành HC

Sự phát sinh hydrocarbure chưa cháy HC do quá trình cháy không hoàn toàn hoặc do một bộ phận hỗn hợp nằm ngoài khu vực lan tràn màng lửa [3]. Điều này xảy ra do sự không đồng nhất của hỗn hợp hoặc do sự dập tắt màng lửa ở khu vực gần thành hay trong các không gian chết, nghĩa là ở khu vực có nhiệt độ thấp.

2.4. Cơ chế hình thành bồ hóng

Hạt bồ hóng hình thành là sản phẩm của các quá trình: tạo hạt cơ sở, hình thành hạt bồ hóng, phát triển và ôxy hóa hạt bồ hóng. Tốc độ tạo bồ hóng trong quá trình cháy là hiệu số giữa tốc độ sản sinh và tốc độ ôxy hóa bồ hóng. Cơ chế hình thành bồ hóng phụ thuộc chủ yếu vào nồng độ nhiên liệu, ôxy và nhiệt độ quá trình cháy.

3. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

3.1. Đối tượng thực nghiệm

3.1.1. Nhiên liệu

Nhiên liệu thử nghiệm gồm diesel truyền thống (B0) đang được sử dụng rộng rãi trên thị trường cung cấp bởi Petrolimex và các hỗn hợp nhiên liệu diesel sinh học B10 và B20 được pha trộn bởi Viện Hóa học Công nghiệp Việt Nam từ biodiesel gốc B100 sản xuất bởi Viện Hóa học Công nghiệp Việt Nam [2].

Bảng 1. Tính chất nhiên liệu của B0, B10, B20 và B100 [5]

Thông số		**Loại nhiên liệu**				**Giới hạn (TCVN 5689:2005)**
		B0	B10	B20	B100	-
Thành phần hóa học	C	0,87	0,8594	0,849	0,773	-
	H	0,126	0,1251	0,124	0,118	-
	O	0,004	0,0148	0,025	0,108	-
Khối lượng riêng ở 20°C, [kg/m^3]		830	835,5	841	885	820-860
Sức căng mặt ngoài ở 20°C, T, [N/m]		0,028	0,03	0,031	0,043	-
Độ nhớt động học ở 20°C, [cSt]		3,61	3,79	3,97	5,23	1,9-4,5
Nhiệt trị thấp, QH, [MJ/kg]		42,5	41,84	41,18	36,22	-
Trị số xê tan		48	48,35	48,68	51,3	min; 40

3.1.2. Động cơ

Bảng 2. Thông số kỹ thuật xe Động cơ 490QZL

TT	**Thông số**	**Ký hiệu**	**Giá trị**	**Đơn vị**
1	Hành trình Piston	S	100	mm
2	Đường kính Xy lanh	D	90	mm
3	Số Xy lanh	i	4	-
4	Chiều dài thanh truyền	L	200	mm
5	Công suất định mức ở tốc độ 3200 (vg/ph)	N_{emax}	80	Hp
6	Mô men max ở 2200 (vg/ph)	M_{emax}	183	N.m
7	Tỷ số nén	ε	17	-
8	Suất tiêu hao nhiên liệu	Ge	≥255	g/kW.h
9	Thứ tự làm việc	1-3-4-2		

3.1.3. Quy trình thử nghiệm

Các thử nghiệm được thực hiện trên cơ sở so sánh đối chứng phát thải độc hại khi chạy ba loại nhiên liệu (diesel truyền thống B0 và diesel sinh học B10, B20) ở 100% tải và tốc độ khác nhau.

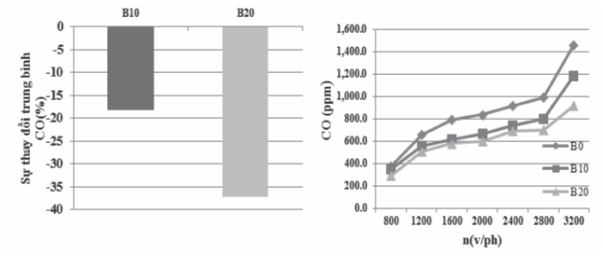
Bảng 3. Các chế độ thực nghiệm

Tốc độ (v/ph)	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
Tải (%)	100						

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 291, tháng 6 năm 2022
cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

3.2. Kết quả và thảo luận

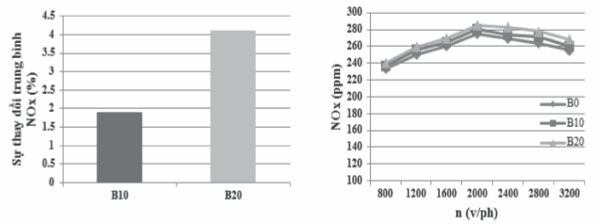
Mức phát thải CO: Khi sử dụng B10, B20, hàm lượng phát thải CO giảm so với khi sử dụng nhiên liệu diesel B0 (Hình 1-b). Hàm lượng oxy có trong biodiesel khoảng 8,4%, do đó nhiên liệu diesel pha trộn vào biodiesel được bổ sung lượng oxy làm giảm các vùng thiếu oxy trong buồng cháy và thúc đẩy quá trình cháy hoàn toàn, dẫn đến lượng CO trong khí thải giảm. Bên cạnh đó, hàm lượng C thấp hơn trong các hỗn hợp làm giảm sự hình thành CO trong khí thải. Mức giảm phát thải CO cực đại ở 100% tải và tốc độ 3200 v/ph là từ 19% với B10 đến 37,2% với B20. Tính trung bình toàn dải tốc độ ở toàn tải thì lượng phát thải CO giảm từ 18,3% với B10 đến 37,2% với B20 (Hình 1-a).



a) *b)*

Hình 1. Hàm lượng CO và sự thay đổi trung bình ở 100% tải

Về mức phát thải NO_x: Sự hình thành khí thải NO_x phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ cực đại của quá trình cháy.

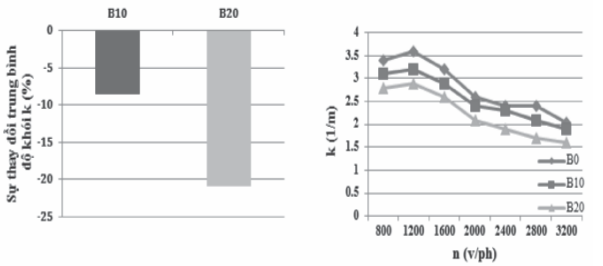


a) *b)*

Hình 2. Hàm lượng NO_x và sự thay đổi trung bình ở 100% tải

Mức phát thải NO_x của động cơ tăng theo chiều tăng tỷ lệ pha trộn của biodiesel (mức phát thải NO_x của B20 cao hơn so với B10, của B10 cao hơn so với B0) (Hình 2-b). Điều này là phù hợp do lượng oxy sẵn có trong môi chất cháy, hàm lượng ô xy trong B10, B20 cao hơn so với B0. Khi sử dụng B0, B10, B20, mức phát thải NO_x ban đầu tăng khi số vòng quay trục khuỷu tăng từ 800 đến 2000 vg/ph, NOx đạt cực đại tại n = 2000÷2200 vg/ph (ứng với dải tốc độ động cơ đạt M_e lớn nhất) và sau đó giảm dần khi tiếp tục tăng tốc độ. Điều này là phù hợp do ở chế độ này, gct là lớn nhất (dẫn đến nhiệt độ cực đại của quá trình cháy là lớn nhất) và thời gian dành cho phản ứng tạo NO_x là dài nhất. Tính trung bình toàn dải tốc độ ở toàn tải thì lượng phát thải NO_x giảm từ 1,9% với B10 đến 4,1% với B20 (Hình 2-a).

Về độ khói k: Xu hướng thay đổi độ khói khi thực nghiệm tương tự như xu hướng đã được dự báo khi phân tích tính chất của B10 và B20. Khi chuyển sang sử dụng B10, B20, mức độ khói của động cơ giảm, độ khói giảm dần khi tăng tốc độ quay trục khuỷu (Hình 3-b). Nguyên nhân của hiện tượng này là do sự gia tăng hàm lượng ô xy trong B10, B20 và nhiệt độ khí cháy trong xy lanh; sự suy giảm về lượng nhiên liệu cung cấp cho một chu trình khi tăng tốc độ trục khuỷu. Ngoài ra còn do biodiesel có tỷ lệ C/H nhỏ hơn so với diesel thông thường dẫn tới giảm sự hình thành muội than.



a) *b)*

Hình 3. Độ khói k và sự thay đổi trung bình ở 100% tải

4. KẾT LUẬN

Dựa vào kết quả trên, tác giả có một số kết luận như sau:

- Sự gia tăng của hàm lượng dầu cọ diesel sinh học metyl este (B10 và B20) cho thấy phát thải NO_x cao hơn so với sử dụng nhiên liệu diesel truyền thống (B0) do quá trình cháy được cải thiện.

- Phát thải carbon monoxide (CO) giảm khi tỷ lệ phần trăm pha trộn của biodiesel tăng lên.

- Độ khói k có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ hòa trộn của biodiesel bởi vì trong biodiesel có tỷ lệ C và H ít hơn diesel truyền thống, khi tăng tỷ lệ biodiesel thì hỗn hợp sẽ cháy tốt hơn.

Việc điều chỉnh góc phun sớm sẽ có vai trò quan trọng trong việc đốt cháy kiệt nhiên liệu và góp phần cắt giảm các thành phần phát thải. Tuy nhiên, các nội dung này chưa được đề cập trong phạm vi nghiên cứu.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông Vận tải trong đề tài mã số T2022-CK-008.

Cảm ơn Phòng Thí nghiệm trọng điểm Công nghệ lọc, hóa dầu - Viện Hóa học Công nghiệp Việt Nam (số 2, Phạm Ngũ Lão, Hoàn Kiếm, Hà Nội) đã giúp đỡ cung cấp mẫu biodiesel chất lượng cho thực nghiệm này.❖

Ngày nhận bài: **02/5/2022**
Ngày phản biện: **10/5/2022**

Tài liệu tham khảo:

[1]. Thủ tướng Chính Phủ, Quyết định 177/2007/QĐ-TTg về việc phê duyệt "*Đề án phát triển nhiên liệu sinh học đến năm 2015, tầm nhìn đến năm 2025*", 2007.

[2]. Quyết định số 53/2012/QĐ-TTg, ngày 22/11/2012, về việc ban hành "*Lộ trình áp dụng tỷ lệ phối trộn nhiên liệu sinh học với nhiên liệu truyền thống*".

[3]. Lê Hoài Đức, Khương Thị Hà, Lê Công Báo, Nguyễn Thìn Quỳnh; *"Khí xả và xử lý khí xả"*, NXB. Giao thông Vận tải, 2015.

[4]. Phạm Minh Tuấn; "*Khí thải động cơ và ô nhiễm môi trường*", NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2008.

[5]. Bộ Khoa học và Công nghệ; QCVN 01:2009/BKHCN; "*Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về xăng, nhiên liệu diesel và nhiên liệu sinh học"*.