- Để quá trình sấy diễn ra ổn định, tỷ số giữa khối lượng hạt ẩm đưa vào máy sấy và khối lượng hạt trợ sôi ban đầu là 42%

- Sử dụng lớp muối khô làm lớp đệm trợ sôi cho phép đơn giản hoá cấu trúc buồng sấy.

ABSTRACT

The moist refined salt particles has high cohesive characteristic becoming cakes or clumps of salt when it is dried them in hot air flow The author has done many experiments and has established a new method to dry them in a normal fluidized bed dryer by arranging a dried refined salt particles layer on the air distnbulor.This dried layer works as a fluidized supportable inert particles layer that is set at the beginning of moist salt drying process It has some conclusions as following:

It is necessary to use a dried refined salt layer which has moisture content is 0,2% for working as the inert particles in fluidized refined salt drying.

In order to obtain the drying process stably. the ratio between the mass of the dried particles and moist grains is 42% minimum

Arranging and using a dried refined salt layer at the beginning of drying process to break the adhesive attribute of moist salt particles and fluidized supporter for drying them in the continuous fluidized bed dryer without knocking as the drying process in rotary drum dryer; or without vibrating as drying in the vibrahng bed dryer

The Fluidized supportable layer (FSL) affects to the fluidization regime of the refined salt drying, the most content of final product; the special heat energy consumpsion, the product recovery efficiency; the special electrical energy consumption.

The height of the FSL(H_0) is 65mm matching drying air velocity (V_g) is 1.3m/s, drying air temperature (I_g) is 160 ^0C and diameter of salt grain(d_p) is within 0,9 < d_{cp} <1,2mm generates the final product which obtain the standard moist content (M_2= 0,2%) with Special heat value consumption (SHVC) is 4052,05kJ/kg vapor and final product efficiency (η_{max})is 91,03% and the Specific electncal energy consumption (SEEC)is 407Wh/kg vapor. The author choosed this value of the FSL 65mm is fundamental valuation in the multiple-factor planning experimentation in the next slep

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1 ArunS. Mujumdar and Sakamon Devahastin, *Application for fluidized bed drying, handbook of fluidization and fluid - particle System*, edited by Wen-ChingYang (2003), Siemens Westing house Power Coporation, Pillsburge, Pennsylvania, USA, Marcell Dekker, Inc, 2003

2 Howard J. (1989), *Fluidized bed technology, Principles and applications*, Adam Hilger, Bristol & NewYork, USA

3 Phan Hiếu Hiền (1998), *Phương pháp bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu thực nghiệm*, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Nông Lâm, Tp. Hồ Chí Minh.

4 Võ Văn Huy, Võ Thị Lan, Hoàng Trọng (1997), *Ứng dụng SPSS for windows để xử lý và phân tích dữ kiện nghiên cứu marketing, quản trị, kinh tế, tâm lý, xã hội*, Nxb Khoa học Kỹ thuật

5.Phạm Văn Lang, Bạch Quốc Khang(1997) *Cơ sở lý thuyết quy hoạch thực nghiệm và ứng dụng trong nông nghiệp*, NXb Nông nghiệp, Hà Nội

6 Bùi Trung Thành(2011),*Nghiên cứu kỹ thuật sấy muối tinh bằng phương pháp sấy tầng sôi*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh

Phản biện: GS TSKH Trần Văn Phú

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM TÍNH NĂNG VÀ PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ ĐÁNH LỬA CƯỠNG BỨC SỬ DỤNG HỖN HỢP XĂNG - KHÍ HHO

CAO VĂN TÀI - Cao đẳng nghề Nha Trang
LÊ ANH TUẤN, NGUYỄN ĐỨC KHÁNH
Đại học Bách khoa Hà Nội

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, với sự phát triển như vũ bão của công nghiệp và số lượng phương tiện giao thông vận tải (GTVT) đã kéo theo nhu cầu sử dụng nhiên liệu dầu mỏ tăng lên [1]. Ngày nay, nhiên liệu hoá thạch cung cấp tới 80% nhu cầu năng lượng của toàn thế giới, trong đó 58% là dành cho GTVT [2] Vì vậy hai vấn đề chính đối với nhiên liệu có nguồn gốc hoá thạch hiện nay là nguồn nguyên liệu đang dần cạn kiệt và khí thải gây hiệu ứng nhà kính sản sinh ra trong quá trình đốt nhiên liệu để phục vụ nhu cầu sinh hoạt cũng như sản xuất [3], điều này dẫn đến những ảnh hưởng không tốt đối với môi trường, khí hậu làm cho nhiệt độ trái đất tăng lên mà hiện tượng băng tan ở hai địa cực, mực nước biển dâng, ảnh hưởng đến môi trường sinh thái là những ví dụ điển hình [4]. Việc nhu cầu năng lượng tăng cũng sẽ dẫn đến sự tăng giá xăng dầu, ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động kinh tế toàn cầu [5]. Sự suy giảm của trữ lượng nhiên liệu hoá thạch trong khi nhu cầu năng lượng và phát thải khí nhà kính tăng cao, thì việc tìm ra một nguồn năng lượng thay thế bền vững hơn, hiệu quả hơn, giá thành thấp hơn sạch hơn đang là một nhiệm vụ vô cùng cấp bách [6].

Hiện nay, giữa các nguồn năng lượng thay thế như nhiên liệu sinh học, hydrô, khí thiên nhiên, khí đốt tổng hợp, khí sinh học ... thì hydrô đang nổi lên như là một sự lựa chọn có tính khả thi cao, nhằm giảm bớt gánh nặng đối với nhiên liệu gốc hoá thạch. Hydrô đang được ứng dụng rất rộng rãi trên các phương tiện GTVT, ở hai hình thức: sử dụng cho pin nhiên liệu và cho đông cơ đốt trong Với động cơ, ngoài việc sử dụng trực tiếp thay cho xăng [7], thì hydrô còn có thể sử dụng như là một chất phụ gia thông qua việc bổ sung một lượng nhỏ hydrô vào đường nạp [8,9]. Khí hydrô còn được cung cấp cho động cơ thông qua bộ sản xuất khí nhỏ gọn lắp trực tiếp trên xe bằng giải pháp điện phân nước, kết quả đã cho thấy lượng nhiên liệu sử dụng để đi hết 100km của 4 mẫu xe thử nghiệm đã giảm khoảng 35 - 40% so với khi sử dụng nhiên liệu truyền thống [10]

Khí HHO là sản phẩm của quá trình điện phân nước, có hydrô là thành phần chính nên khi HHO

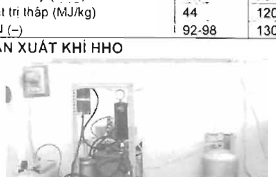
cũng có thể được sử dụng cho động cơ vì có tính chất tương tự nhau [11,12] (được trình bày trong bảng 1). Tuy nhiên, vì là sản phẩm của quá trình điện phân nước, nên hệ số A/F (lượng không khí cần thiết để đốt cháy hoàn toàn một đơn vị khối lượng nhiên liệu) của khí HHO là bằng 0, vì vậy khí HHO có thể cháy trong môi trường yếm khí. Khi bổ sung khí HHO vào đường nạp, thời gian cháy giảm, tốc độ tăng áp suất trong xylanh lớn [13] dẫn đến hiệu suất và suất tiêu hao nhiên liệu được cải thiện [14,15], phát thải NOx tăng, trong khi phát thải CO và HC giảm [11,16].

Theo số liệu của cục đăng kiểm Việt Nam, vào thời điểm cuối năm 2010, số lượng xe máy đang lưu hành tại Việt Nam là khoảng 33 triệu chiếc, chiếm 95% lượng xe cơ giới đang lưu hành, trong đó phần lớn là các xe sử dụng bộ chế hoà khí [17]. Vì vậy, sức ép từ sử dụng xe máy đến vấn đề bảo đảm an ninh năng lượng và ô nhiễm môi trường tại Việt Nam là rất lớn. Để giảm bớt những sức ép này, giải pháp cung cấp khí HHO cho đông cơ xe máy là một hướng đi mới và cần được nghiên cứu một cách kỹ lưỡng trước khi ứng dụng rộng rãi. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm về những ảnh hưởng của khí HHO tác động đến công suất, suất tiêu hao nhiên liệu và phát thải độc hại của xe máy, từ đó đưa ra những kiến nghị nhằm hoàn thiện hệ thống để có thể đưa vào ứng dụng trong thực tế.

Bảng 1. Tính chất của Xăng và Hydrô

Đặc tính	Xăng	Hydrô
Mô hình phân tử	C_8H_{18}	H_2
Khối lượng phân tử (g/mol)	107-114	2,02
Khối lượng riêng (kg/m^3)	721-785	0,0838
Hệ số A/F (–)	14,6	34,3
Năng lượng đánh lửa (mJ)	0,24	0,02
Nhiệt độ tự cháy (K)	533-733	858
Tốc độ cháy (cm/s)	41,5	237
Nhiệt trị thấp (MJ/kg)	44	120
RON (–)	92-98	130

II. SẢN XUẤT KHÍ HHO



Hình 1. Hệ thống sản xuất khí HHO

Hệ thống sản xuất khí HHO sử dụng trong thử nghiệm được trình bày trong hình 1. Nguồn điện được cung cấp từ máy biến thế đến các điện cực, hỗn hợp khí sau quá trình điện phân được ngưng tụ và tách nước trước khi đi vào bình chứa khí với áp suất thấp. Để tăng khả năng lưu trữ khí, hỗn hợp khí được nén với áp suất 3,5 bar vào bình chứa thông qua máy hút chân không trước khi đưa vào thử nghiệm.

III. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

3.1. Động cơ thử nghiệm

Động cơ xe máy thử nghiệm có dung tích 97cm^3 – dung tích xylanh khá phổ biến tại Việt Nam, với các thông số kỹ thuật được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của động cơ

Kiểu động cơ	Đánh lửa cưỡng bức
Số xylanh	1
Đường kính xylanh	50 mm
Hành trình piston	49,5 mm
Dung tích xylanh	97 cm^3
Tỉ số nén	9 1
Góc đánh lửa sớm	-15^{0}TK

3.2. Trang thiết bị thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm được tiến hành trên băng thử thuỷ lực T101D được sản xuất bởi hãng Didacta (Torino, Ý). Tín hiệu mô men sinh ra của động cơ được xử lý qua bộ điều khiển điện tử (Electronic Control – EC); lượng tiêu thụ nhiên liệu được xác định thông qua thiết bị cân khối lượng nhiên liệu AVL Fuel Balance 733S. Mô men và lưu lượng nhiên liệu cung cấp được hiển thị trên các máy tính kết nối.

Kết quả khí thải được phân tích thông qua tủ AVL CEB II: thành phần CO và CO_2 được đo bằng phương pháp hấp thu tia hồng ngoại (NDIR), thành phần NOx đo bằng phương pháp quang hoá (CLD), thành phần HC xác định bằng phương pháp ion hoá ngọn lửa (FID).

Thời điểm phun, áp suất phun và thời gian phun khí HHO từ bình chứa đến động cơ được điều khiển bởi bộ điều khiển khí HHO điện tử (Electronic HHO Control – EHC) được kết nối với máy tính.

3.3. Chế độ thử nghiệm

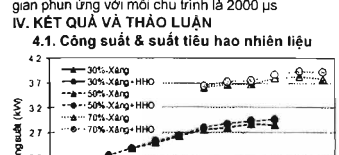
Hình 2. Sơ đồ thử nghiệm

Xác định công suất, suất tiêu hao nhiên liệu và các phát thải độc hại chính của động cơ khi bướm ga mở 30%, 50% và 70%, van trên đường ống cung cấp khí luôn ở vị trí mở. Áp suất phun được giữ ở 0,3 kg/cm^2 khi bướm ga mở 30% và 50% (2,92 ml/chu trình, chiếm khoảng 2,26% và 1,77% thể tích khí nạp),

khí bướm ga mở 70%, áp suất phun là 0,5 kg/cm^2 (3,42 ml/chu trình, chiếm 1,89% thể tích khí nạp). Thời gian phun ứng với mỗi chu trình là 2000 µs

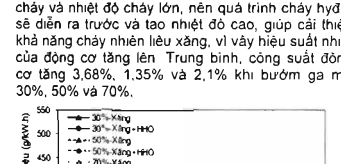
IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Công suất & suất tiêu hao nhiên liệu



Hình 3. Công suất động cơ khi bổ sung khí HHO ở các vị trí bướm ga

Hình 3 thể hiện diễn biến công suất động cơ khi sử dụng xăng và hỗn hợp xăng cùng khí HHO (Xăng + HHO). Ta thấy, công suất của động cơ tăng lên khi phun khí HHO vào đường nạp. Vì hydrô có tốc độ cháy và nhiệt độ cháy lớn, nên quá trình cháy hydrô sẽ diễn ra trước và tạo nhiệt độ cao, giúp cải thiện khả năng cháy nhiên liệu xăng, vì vậy hiệu suất nhiệt của động cơ tăng lên. Trung bình, công suất động cơ tăng 3,68%, 1,35% và 2,1% khi bướm ga mở 30%, 50% và 70%.



Hình 4. Suất tiêu hao nhiên liệu khi bổ sung khí HHO ở các vị trí bướm ga

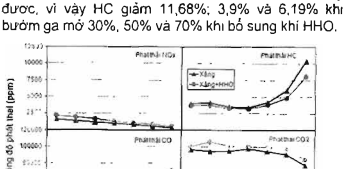
Khi bổ sung khí HHO và không khí, lượng khí nạp mới đi vào sẽ giảm xuống, nên lượng nhiên liệu hút vào đường nạp động cơ giảm, trong khi công suất động cơ tăng, vì vậy suất tiêu hao nhiên liệu (xăng) của động cơ giảm khi có khí HHO bổ sung. Trung bình, khi bướm ga mở 30%; 50% và 70%, suất tiêu hao nhiên liệu giảm 7,14%; 3,64% và 4,6% so với khi sử dụng nhiên liệu truyền thống (hình 4).

4.2. Phát thải độc hại

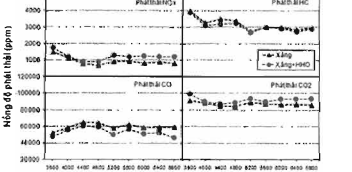
Hình 5, 6 và 7 thể hiện diễn biến của phát thải NO_x, HC, CO và CO_2 theo tốc độ động cơ khi có và không có khí HHO bổ sung, bướm ga mở 30%, 50% và 70%.

Kết quả thử nghiệm cho thấy nồng độ CO và HC giảm, còn NO_x và CO_2 tăng khi bổ sung khí HHO và không khí vào đường nạp. Do nhiệt độ cháy cao và hỗn hợp nhạt (vì có bổ sung thêm không khí) nên đã làm tăng khả năng hình thành phát thải NOx, trung bình NO_x tăng 40,6%, 30,66% và 45,76% khi bướm ga mở 30%; 50% và 70%.

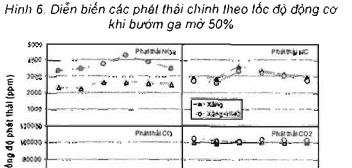
Khi nhiệt độ tăng, cùng với khoảng cháy rộng của hydrô, hỗn hợp ở các vùng sát vách vẫn có thể cháy được, vì vậy HC giảm 11,68%; 3,9% và 6,19% khi bướm ga mở 30%, 50% và 70% khi bổ sung khí HHO.



Hình 5. Diễn biến các phát thải chính theo tốc độ động cơ khi bướm ga mở 30%



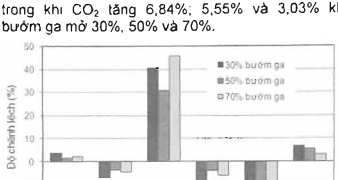
Hình 6. Diễn biến các phát thải chính theo tốc độ động cơ khi bướm ga mở 50%



Hình 7. Diễn biến các phát thải chính theo tốc độ động cơ khi bướm ga mở 70%

Nhiệt độ cháy tăng cũng giúp cho quá trình phản ứng giữa CO và ôxy tạo thành CO_2 trở nên thuận lợi hơn, vì vậy khi bổ sung khí HHO thì CO giảm và CO_2 tăng. Phát thải CO giảm 13,13%; 10,93% và 15,1%;

trong khi CO_2 tăng 6,84%; 5,55% và 3,03% khi bướm ga mở 30%, 50% và 70%.



Hình 8 Sự thay đổi của các thông số khi bổ sung khí HHO (so với khi sử dụng xăng)

Sự thay đổi của công suất động cơ, suất tiêu hao nhiên liệu, phát thải NO_x, HC, CO và CO_2 khi phun khí HHO vào đường nạp so với khi sử dụng nhiên liệu truyền thống được trình bày trong hình 8. Qua đây ta có thể tính toán được sự thay đổi trung bình trong toàn dải tốc độ làm việc và vị trí bướm ga, công suất động cơ tăng 2,37%; suất tiêu hao nhiên liệu giảm 5,13%, phát thải NOx tăng 39%; CO và HC giảm 13,05% và 7,26%; CO_2 tăng 5,14%.

V. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bài báo đã trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm về tính năng kinh tế, kỹ thuật và phát thải của động cơ xe máy khi có bổ sung khí HHO vào đường nạp. Từ kết quả thực nghiệm, ta có thể rút ra những kết luận sau:

- Công suất động cơ tăng lên khi phun khí HHO và không khí bổ sung vào đường nạp do có hydro làm mồi, nên quá trình cháy diễn ra tốt hơn.

- Suất tiêu hao nhiên liệu giảm khi có khí HHO bổ sung.

- Phát thải NOx tăng do hỗn hợp có nhiều không khí và nhiệt độ cháy cao. CO và HC giảm, CO_2 tăng lên.

Mặc dù theo dự đoán, năng lượng có ích đạt được khi bổ sung khí HHO không đủ để điện phân nước tạo khí HHO [16], nhưng với những ưu điểm kể trên, khí HHO vẫn là một phương án để giảm gánh nặng với dầu mỏ và giảm ô nhiễm môi trường do khí thải động cơ gây ra. Tuy nhiên, để ứng dụng trên thực tế, cần tiến hành thử nghiệm trên đường với bộ sản xuất khí cần có kích thước nhỏ gọn để có thể dễ dàng lắp ráp trên xe. Do khí hydrô có tốc độ cháy lớn, dẫn đến thời gian cháy trễ, cháy nhanh giảm, để nâng cao khả năng tận dụng nhiệt, thời điểm đánh lửa có thể được điều chỉnh muộn hơn so với thiết kế. Khi công suất động cơ vượt quá công suất định mức, động cơ sẽ làm việc rung giật hơn, ảnh hưởng đến độ bền và tuổi thọ động cơ. Vì vậy, cần thiết phải xác định lượng xăng phù hợp ứng với mỗi giá trị lưu lượng khí HHO bổ sung để động cơ vẫn đảm bảo khả năng làm việc và phát thải ít ô nhiễm.

ABSTRACT

In this paper, the effects of HHO gas addition into intake manifold of spark ignition (SI) engine on performance and exhaust emissions are presented. HHO gas is the mixture of Hydrogen and Oxygen gas in the ratio 2:1 by volume – the water electrolysis product. The experimental is carried out in a motorcycle engine with the displacement of 97 cm^3 at the Internal Combustion Engines Laboratory, Hanoi University of Science and Technology. The experimental shown that, after the addition of HHO gas with the ratio of this gas in the total intake charge of about 2%, engine power is increased, brake specific fuel consumption (BSFC) is reduced; CO and HC emissions are declined; however, NO_x and CO_2 emissions had upward trends. Over the considered engine speeds and throttle positions, the average of engine power increased 2,37%; BSFC reduced 5,13%, CO and HC emissions declined 13,05% and 7,25%, respectively; whereas NO_x and CO_2 emissions raised 39% and 5,14%, respectively.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1 Agarwal A.K. *Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines*. Progress in Energy and Combustion Science, Vol 33, pp 233-271, 2007

2 Escobar J.C, et al. *Biofuels environment, technology and food security*. Renewable Sustainable Energy Reviews, Vol 13, pp 1276-1287, 2009

3 R. Zhao, et al. *Small-scale mashing procedure for predicting ethanol yield of sorghum grain sorence*. Journal of Cereal Science, Vol 49, pp 230-238, 2009

4 Gullson R E, et al. *Tropical forests and climate policy*. Science, Vol 316, no 5827, pp 985-986, 2007.

5 He Y, et al. *Global economic activity and crude oil prices. A cointegration analysis*. Energy Economics, Vol 32, pp. 868-876, 2010.

6 Prasad S, et al *Ethanol as an alternative fuel from agricultural, industrial and urban residues*. Resources, Conservation and Recycling, Vol 50, pp. 1-39, 2007

7. A. Mohammadi, et al. *Performance and combustion characteristics of a direct injection SI hydrogen engine*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol 32, pp. 296-304, 2007

8 T. D'Andrea, et al. *The addition of hydrogen to a gasoline-fuelled SI engine*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol 29, pp. 1541-1552, 2004

9 C. Lew, et al. *Exhaust emissions of a H_2-enriched heavy-duty diesel engine equipped with cooled EGR and variable geometry turbocharger*. Fuel, Vol 91, pp. 155-163, 2011

10 Z. Dulger, K.R. Ozcelik. *Fuel economy improvement by on board electrolytic hydrogen production*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol 25, pp 895-897, 2000

11. Radu Chiriac, et al. *Effects of Gasoline-Air Enrichment with HRG Gas on Efficiency and Emissions of a SI Engine*. SAE Paper 2006-01-3431

12. Adnan Birtas, et al. *The effect of HRG gas addition on diesel engine combustion characteristics and exhaust emissions*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol 36, pp. 12007-12014, 2011

13. Tuan L.A, et al. *Simulation study on potential addition of HHO gas in a motorcycle engine using AVL Boost*. Proceedings of the 4th AUN/SEED-Net Regional Conference on New and Renewable Energy, pp. 50-55, Ho Chi Minh city, Vietnam, 2011

14 Ammar A. Al-Rousan. *Reduction of fuel consumption in gasoline engines by introducing HHO gas into intake manifold*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol 35, pp. 12930-12935, 2011

15 S. Ban, M. Mohammad Esmaeil. *Effect of HyO_2 addition in increasing the thermal efficiency of a diesel engine*. Fuel, Vol 89, pp. 378-383, 2010

16 T. D'Andrea, et al. *Investigating Combustion Enhancement and Emissions Reduction with the Addition of $2H_2 + O_2$ to a SI Engine*. SAE Paper 2003-32-0011

17. Cục đăng kiểm Việt Nam. *Báo cáo thực hiện Dự án "Xây dựng đề án kiểm soát khí thải mô tô, xe máy tham gia giao thông tại các tỉnh, thành phố lớn"* 2011.

Phản biện: *PGS. TS. Lê Công Cát*