

MỤC LỤC

DANH SÁCH BẢNG BIỂU	iii
DANH SÁCH HÌNH ẢNH.....	iv
DANH SÁCH THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT	v
MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu.....	1
2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu.....	2
3. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu	3
4. Phương pháp nghiên cứu, kết cấu của đề tài	3
5. Kết quả đạt được của đề tài	3
CHƯƠNG 1 THỰC VẬT HỌ JATROPHA VÀ ĐẶC TÍNH CỦA DẦU THỰC VẬT JATROPHA	5
1.1. Thực vật họ Jatropha.....	5
1.2. Khí hậu trồng cây Jatropha và năng suất cho hạt.....	6
1.4 Đặc tính của dầu thực vật Jatropha	7
CHƯƠNG 2 THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM VÀ SẮP ĐẶT THÍ NGHIỆM.....	8
2.1. Các thiết bị thí nghiệm	8
2.1.1. Động cơ thí nghiệm và thiết bị đo.....	8
2.1.2. Thiết bị đo khí xả	9
2.1.3. Hệ thống tạo nhũ tương nhiên liệu.....	12
2.2. Tiến hành thí nghiệm	13

CHƯƠNG 3 ĐẶC TÍNH HOẠT ĐỘNG VÀ PHÁT THẢI KHÍ XẢ CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL SỬ DỤNG NHỮ TƯƠNG JATROPHA	15
3.1. Đặc tính cháy.....	15
3.2. Đặc tính khai thác.....	19
3.3. Đặc tính phát thải khí xả	21
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	26

DANH SÁCH BẢNG BIỂU

Bảng 1. Các thông số của động cơ thử nghiệm

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1. Quả và hạt <i>Jatropha</i> khi chín và chưa chín [30].....	5
Hình 2. Giới hạn vùng gieo trồng thực vật <i>Jatropha</i> [30]	6
Hình 3. Bộ khuếch đại tín hiệu áp suất xi lanh động cơ	9
Hình 4. Các thiết bị thí nghiệm	9
Hình 5. Thiết bị đo khí xả của động cơ	10
Hình 6. Phin lọc và thiết bị lấy muối trong khí xả động cơ	10
Hình 7. Xử lí hóa chất cho mẫu muối khí xả	11
Hình 8. Cân vi lượng đo muối khí xả.....	11
Hình 9. Hệ thống hòa trộn nhiên liệu nhũ tương	12
Hình 10. Nhiên liệu nhũ tương được tạo ra bằng hệ thống hòa trộn	12
Hình 11. Sơ đồ bố trí thí nghiệm.....	13
Hình 12. Áp suất trong xi lanh ở (a) 3.0 kW, (b) 4.5 kW, và (c) 6.0 kW	15
Hình 13. Tốc độ tỏa nhiệt của động cơ tại a, 3.0 kW; b, 4.5 kW; và c, 6.0 kW...	18
Hình 14. Độ trễ cháy của động cơ với các thí nghiệm khác nhau	19
Hình 15. Nhiệt độ khí xả của động cơ	20
Hình 16. Hiệu suất nhiệt của động cơ	20
Hình 17. Một số phát thải khí xả của động cơ	21
Hình 18. Muối, thành phần không hòa tan và hòa tan trong muối khí xả	23

DANH SÁCH THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT

ĐCT:	Điểm chết trên
JO:	Dầu thực vật Jatropha
LO:	Dầu nhẹ
gqtk:	Góc quay trục khuỷu
JO-17:	Dầu thực vật Jatropha-góc phun sớm 17° góc quay trục khuỷu trước điểm chết trên
JWE:	Nhũ tương Jatropha với nước
JWE 10%:	Nhũ tương Jatropha với 10% nước
JWE 20%:	Nhũ tương Jatropha với 20% nước
v/p:	Vòng/phút
SOF:	Chất hòa tan
ISF:	Chất không hòa tan

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Nhiên liệu hóa thạch đang dần khan hiếm và có thể cạn kiệt vào năm 2060, cùng với vấn đề ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu do phát thải khí nhà kính do đốt cháy nhiên liệu hóa thạch đang là thách thức toàn cầu. Việc sử dụng năng lượng tái tạo nói chung và nhiên liệu sinh học nói riêng đang dần trở nên phổ biến hơn ở các nước phát triển nhưng còn hạn chế ở các nước chậm phát triển như Việt Nam. Ngay ở các nước phát triển, những nghiên cứu cải tiến công nghệ với mục đích đưa nhiên liệu tái tạo vào sử dụng vẫn đang được tiến hành vì một số hạn chế của việc sử dụng năng lượng tái tạo như giá thành cao do hiệu suất thấp và công nghệ chế tạo phức tạp. Một trong những nguồn năng lượng tái tạo mà thế giới và Việt Nam hướng tới là năng lượng từ nhiên liệu sinh học. Trong số nhiên liệu sinh học thì dầu thực vật không sử dụng làm thực phẩm như *Jatropha* là một trong những lựa chọn trong chiến lược phát triển năng lượng sinh học toàn cầu.

Ở Việt Nam, việc sử dụng dầu thực vật còn rất hạn chế, đặc biệt dầu thực vật họ *Jatropha*. Thậm chí tên cây *Jatropha* còn ít được biết đến trong xã hội. Thực ra, *Jatropha* được biết đến ở một số khu vực miền núi với tên gọi cây Cọc rào vì người dân thường sử dụng để làm rào chắn ruộng vườn. Những nghiên cứu trên động cơ với dầu thực vật họ *Jatropha* nói riêng và nhiên liệu có nguồn gốc thực vật nói chung không còn mới ở các nước phát triển. Tuy nhiên, những nghiên cứu mới nhằm nâng cao hiệu suất và giảm thiểu ô nhiễm môi trường của động cơ sử dụng dầu thực vật là rất cần thiết. Vì vậy, việc nghiên cứu sử dụng dầu thực vật *Jatropha* trên động cơ diesel nhằm cải thiện những hạn chế của nó có ý nghĩa quan trọng. Đề tài này đề cập nghiên cứu một số thông số khai thác (thời điểm phun nhiên liệu) và nhiên liệu đến đặc tính cháy, đặc tính khai thác, và phát thải khí xả của động cơ diesel khi sử dụng dầu thực vật *Jatropha* và nhũ tương của nó với nước với các tỉ lệ hòa trộn khác nhau của nước với dầu *Jatropha*.

2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu

Ngày nay, động cơ diesel được sử dụng rất rộng rãi vì hiệu suất và độ bền lớn. Việc sử dụng động cơ diesel thường đi kèm với phát thải NO_x và muội. Bên cạnh đó, khí thải CO₂ từ động cơ diesel là một trong những nguyên nhân gây hiệu ứng nhà kính.

Một số nghiên cứu cho biết, động cơ diesel có thể sử dụng dầu thực vật trực tiếp mà không cần hoán cải nhiều chi tiết. Tuy nhiên, một số nghiên cứu lại cho rằng động cơ diesel gặp một số sự cố như kẹt xéc măng, hình thành keo muội trong động cơ và trên vòi phun [1]. Trong số các dầu thực vật, dầu họ Jatropha được quan tâm đặc biệt vì nó không là nguồn thực phẩm của con người [2].

Do tính khan hiếm dần của nhiên liệu hóa thạch, động cơ diesel đã và đang được nghiên cứu để có thể sử dụng nguồn nhiên liệu sinh học với mục đích đảm bảo động cơ hoạt động bình thường và hạn chế phát thải khí xả độc hại ra môi trường. Động cơ diesel sử dụng nhiên liệu thực vật thường có một số hạn chế như: hiệu suất giảm [2, 3-6], phát thải ô nhiễm lớn, đặc biệt là khói muội và sản phẩm không cháy hết như CO, HC [2, 4, 5], trong khi giảm lượng NO_x trong khí xả động cơ ở một số nghiên cứu [2, 5]. Nguyên nhân dẫn tới những đặc tính này của động cơ diesel khi sử dụng dầu có nguồn gốc thực vật là do độ nhớt cao; đặc tính bay hơi của dầu thực vật kém; phân tử nhiên liệu dầu thực vật lớn, công kênh, và trị số xê tan thấp. Những hạn chế của động cơ khi sử dụng dầu thực vật có thể được khắc phục bằng một số giải pháp như hâm sấy nhiên liệu [4, 5]; hòa trộn với diesel hóa thạch [7, 8]; hoặc thay đổi phương pháp phun nhiên liệu.

Phương pháp sử dụng nhiên liệu nhũ tương được biết đến rất hiệu quả trong việc giảm phát thải NO_x, phát thải muội từ động cơ [9-12]. Điều đó là do tác dụng làm lạnh của nước trong nhiên liệu nhũ tương [9-12]; trong khi muội giảm là do khả năng hòa trộn tốt hơn do hiện tượng vi nổ [10, 11] hoặc do có mặt của gốc OH sinh ra trong quá trình cháy [10, 12], hoặc không khí xâm nhập vào đám cháy nhiều hơn [13].

3. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Từ những kết quả trên, việc kết hợp thay đổi phương pháp phun nhiên liệu với nhũ tương hóa dầu thực vật họ Jatropha có thể cho kết quả tốt hơn đối với động cơ diesel. Do đó, nhóm nghiên cứu đã đưa ra ý tưởng và thực hiện chúng để kiểm chứng kết quả. Mục tiêu của nghiên cứu là tìm ra phương pháp phun phù hợp và tỉ lệ nước hòa trộn tối ưu để nhũ tương hóa nhiên liệu để thử nghiệm trên động cơ diesel cỡ nhỏ. Nghiên cứu sẽ phân tích các đặc tính cháy, đặc tính khai thác, và đặc tính phát thải khí xả của động cơ khi thay đổi tải của động cơ ở một giá trị vòng quay nhất định với các phương pháp phun và các mẫu nhiên liệu nhũ tương khác nhau.

4. Phương pháp nghiên cứu, kết cấu của đề tài

Phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu này là phương pháp nghiên cứu thực nghiệm. Chúng tôi tiến hành chạy thử nghiệm động cơ với các mẫu nhiên liệu khác nhau, kết hợp với việc đo và ghi và các thông số đặc trưng cho quá trình hoạt động của động cơ để đánh giá các đặc tính của động cơ.

Kết cấu của đề tài bao gồm các phần như sau:

Mở đầu

Chương 1 Đặc tính của thực vật họ Jatropha và dầu thực vật Jatropha

Chương 2 Thiết bị thí nghiệm và bố trí thí nghiệm

Chương 3 Đặc tính hoạt động và khí xả của động cơ diesel sử dụng nhũ tương Jatropha

Kết luận

5. Kết quả đạt được của đề tài

Nhóm nghiên cứu thực hiện các thí nghiệm trên động cơ diesel 4 kỳ phun nhiên liệu trực tiếp khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương ở ba giá trị góc phun sớm và

so sánh kết quả khi sử dụng nhiên liệu thực vật họ Jatropha và dầu nhẹ ở góc phun sớm chỉ định. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỉ lệ nước hòa trộn trong nhiên liệu nhũ tương là 10% và góc phun sớm ở giá trị 20° trước ĐCT, tăng 3° so với góc phun sớm chỉ định của nhà sản xuất động cơ, cho kết quả tối ưu về hiệu suất và phát thải khí xả của động cơ khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương Jatropha.

CHƯƠNG 1

THỰC VẬT HỌ JATROPHA

VÀ ĐẶC TÍNH CỦA DẦU THỰC VẬT JATROPHA

1.1. Thực vật họ Jatropha

Jatropha phân tán phổ biến ở Châu Á, Châu Phi, và vùng Cape Verde [30]. Có ba chủng Jatropha là Nicaraguan (quả to nhưng ít quả), Mê-xi-cô (quả ít hoặc không có chất độc hại) và Cape Verde.

Jatropha là họ thực vật cỡ nhỏ hoặc mọc thành bụi với chiều cao trên 5 m phụ thuộc vào điều kiện nước tưới và dinh dưỡng đất trồng. Lá có chiều rộng và chiều dài từ 6 đến 15 cm mọc đan xen trên cuống lá. Hoa đực và hoa cái phân tách trên cùng một cây với tỉ lệ trung bình là 29/1. Khả năng ra hoa có thể tăng lên cùng với tuổi của cây khi tỉ lệ hoa đực trên hoa cái giảm xuống. Quả Jatropha hình e líp, có màu xanh khi non và có màu vàng và chuyển nâu khi già. Sau khi hoa nở chừng 90 ngày, quả bắt đầu chín và sẵn sàng cho thu hoạch. Quả chín và chưa chín xen kẽ nhau do ra hoa và kết trái liên tục. Quả Jatropha có thể có từ 2 đến 3 hạt màu đen với kích thước khoảng 1 cm x 2 cm. Hạt chứa trung bình 35% dầu theo khối lượng [30]. Hình 1 là hình ảnh của hạt chín và hạt chưa chín của cây Jatropha.

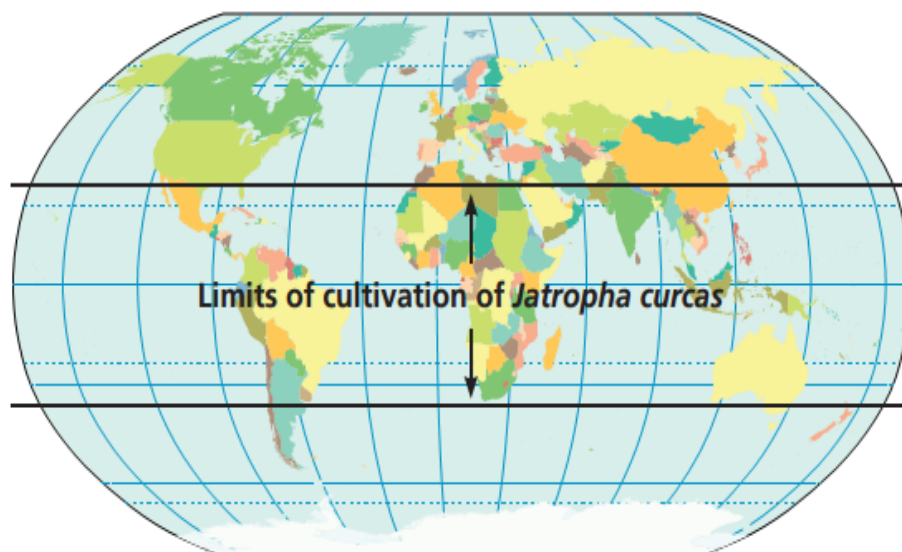


Hình 1. Quả và hạt Jatropha khi chín và chưa chín [14]

Cây *Jatropha* dễ dàng trồng bằng cành hoặc hạt, có thể đạt 1 m và bắt đầu ra hoa sau 5 tháng nếu điều kiện trồng và chăm sóc tốt. Bình thường, cây sẽ trưởng thành sau 4 đến 5 năm với độ cao từ 3 đến 5 m trong điều kiện chăm sóc tốt. Cây tăng trưởng vào mùa mưa và rụng lá vào mùa khô. Lượng mưa sẽ kích thích ra hoa và cây bắt đầu kết trái đến cuối mùa mưa. Trong năm đầu hoặc năm thứ 2, cây sẽ bắt đầu cho quả. Vòng đời của cây *Jatropha* từ 30 đến 50 năm [14].

1.2. Khí hậu trồng cây *Jatropha* và năng suất cho hạt

Cây *Jatropha* có thể được trồng ở khu vực nhiệt đới hoặc cận nhiệt đới với vĩ tuyến từ 30° Bắc and 35° Nam như trên Hình 2. Họ thực vật *Jatropha* phù hợp trồng ở vùng có độ cao dưới 500 m, và cao hơn mực nước biển. *Jatropha* nở hoa ở bất kỳ mùa nào trong năm phụ thuộc vào độ cao nơi trồng. Lượng mưa hàng năm từ 250 đến 300 mm là giới hạn để cây sống và ít nhất là 600 mm để cây ra hoa, kết trái. Lượng mưa tối ưu là ở khoảng 1000 đến 1500 mm tương ứng với hệ sinh thái bán ẩm sẽ cho năng suất hạt tốt nhất. Nhiệt độ từ 20 °C đến 28 °C là tối ưu cho cây sinh trưởng, phát triển, năng suất sẽ giảm ở nhiệt độ cao. Cây *Jatropha* không phù hợp với môi trường sương mù, phù hợp với môi trường có độ sáng lớn, không phù hợp trồng dưới bóng râm [14].



Hình 2. Giới hạn vùng gieo trồng thực vật *Jatropha* [14]

1.3 Năng suất hạt

Năng suất hạt phụ thuộc vào một số yếu tố như gen, tuổi của cây, phương pháp gieo trồng, lượng mưa, và chất lượng đất trồng. Đối với điều kiện bán khô hạn, năng suất hạt là 1 tấn/ha. Khi tuổi của cây là 17 năm, năng suất trung bình dưới 1.25 tấn/ha. Trong điều kiện tối ưu về chất đất, lượng mưa, và phương thức gieo trồng, năng suất trung bình từ 5-7 tấn/ha, thậm chí lên đến 7.8 tấn/ha [14].

1.4 Đặc tính của dầu thực vật *Jatropha*

Đặc tính lí hóa của dầu thực vật *Jatropha* ảnh hưởng rất lớn bởi tương tác giữa điều kiện môi trường gieo trồng và nguồn gen. Thành phần a xít béo của dầu có thể bị ảnh hưởng bởi độ trưởng thành của hạt. Hơn nữa, quá trình tách và chứa dầu cũng ảnh hưởng tới chất lượng của dầu [14].

Dầu thực vật *Jatropha* thô có độ nhớt tương đối cao so với dầu từ cây hạt cải. Thành phần a xít béo tự do thấp hơn cải thiện tính ổn định. Dầu vẫn giữ ở thể lỏng ở nhiệt độ thấp do sự có mặt của a xít béo chưa bão hòa có giá trị iodine cao. Trị số xê tan của dầu *Jatropha* tương đối cao. Dầu thực vật *Jatropha* chứa ít lưu huỳnh, do đó, sẽ ít gây ăn mòn a xít trên đường ống xả khi sử dụng dầu làm nhiên liệu [14].

CHƯƠNG 2

THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM VÀ SẮP ĐẶT THÍ NGHIỆM

2.1. Các thiết bị thí nghiệm

2.1.1. Động cơ thí nghiệm và thiết bị đo

Động cơ được sử dụng trong nghiên cứu này là động cơ diesel 4 kỳ cỡ nhỏ, cao tốc, phun nhiên liệu bằng hệ thống điều khiển điện tử. Động cơ được chế tạo bởi hãng sản xuất động cơ diesel Yanmar, Nhật Bản. Các thông số chính của động cơ được đưa ra trong Bảng 1.

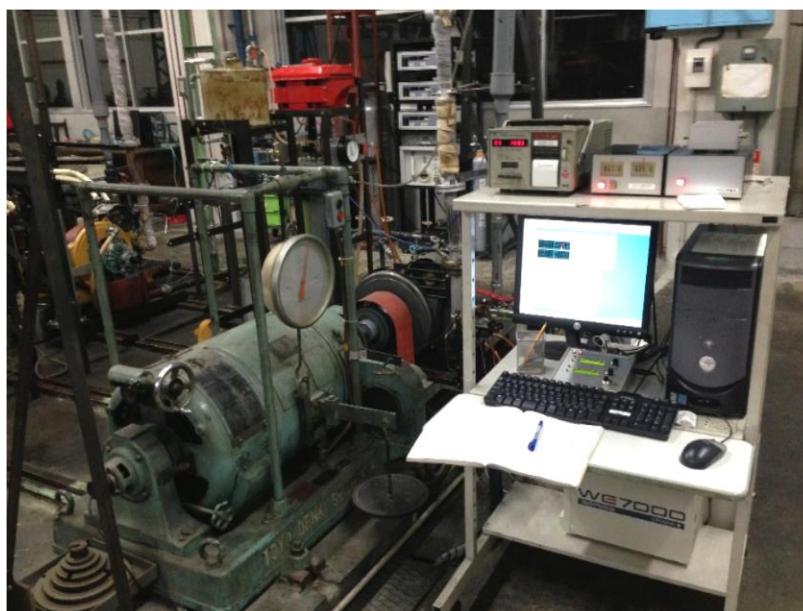
Bảng 2. Các thông số của động cơ thử nghiệm

Loại động cơ	YANMAR, 4 kỳ-1 xy lanh
Đường kính × Hành trình	92 × 96 mm
Dung tích xi lanh	0.638 lít
Tỉ số nén	17.7
Công suất định mức	8.1 kW ở 2400 v/p
Áp suất nâng kim phun	19 MPa

Để đo và ghi lại áp suất trong xi lanh động cơ, nhóm nghiên cứu sử dụng bộ đo áp suất hãng Kistler gắn trên thân xi lanh và một bộ khuếch đại tín hiệu như trên Hình 3. Tín hiệu từ thiết bị này được ghi lại trong quá trình làm thí nghiệm bằng máy tính. Thiết bị đo góc quay trục khuỷu được lắp để ghi góc quay trục khuỷu. Để đặt và điều chỉnh tải của động cơ, nhóm nghiên cứu sử dụng thiết bị đặt tải loại điện được sản xuất bởi công ty Toyo, Nhật Bản. Trục của thiết bị đặt tải được nối với trục của động cơ qua bích nối và bu lông, đai ốc. Hình ảnh một số thiết bị thí nghiệm được thể hiện trong Hình 4.



Hình 3. Bộ khuếch đại tín hiệu áp suất xi lanh động cơ



Hình 4. Các thiết bị thí nghiệm

2.1.2. Thiết bị đo khí xả

Để đo các loại khí trong khí xả từ động cơ thử nghiệm, trên đường khí xả của động cơ được trích ra để lấy mẫu. Đường trích khí xả này được nối với các thiết bị đo khí xả. Các thiết bị đo khí xả bao gồm VIA-510, và CLA-510SS của hãng Horiba lần lượt được sử dụng để đo CO₂, NO_x; trong khi MEXA-324J (Horiba) được dùng để đo CO và HC. Hình ảnh các thiết bị đo khí xả được thể hiện trên Hình 5.



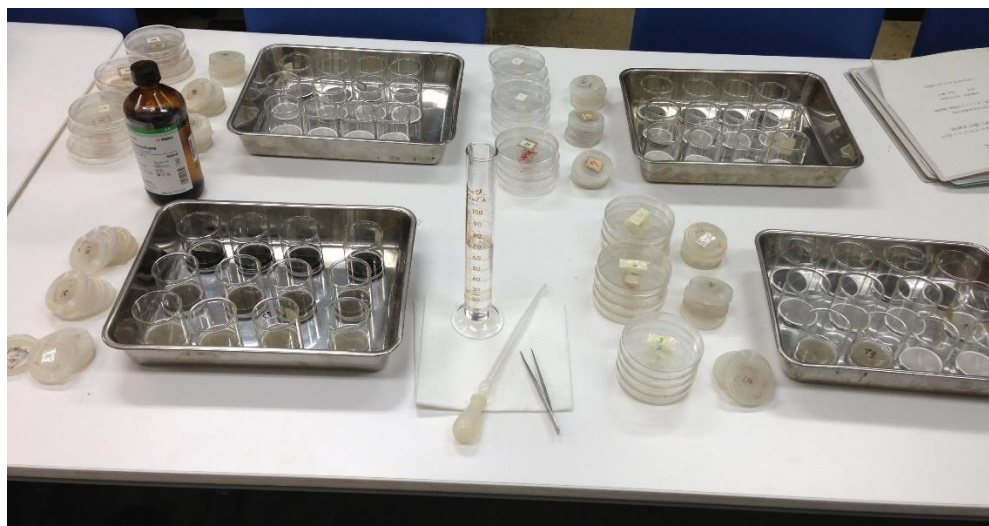
Hình 5. Thiết bị đo khí xả của động cơ



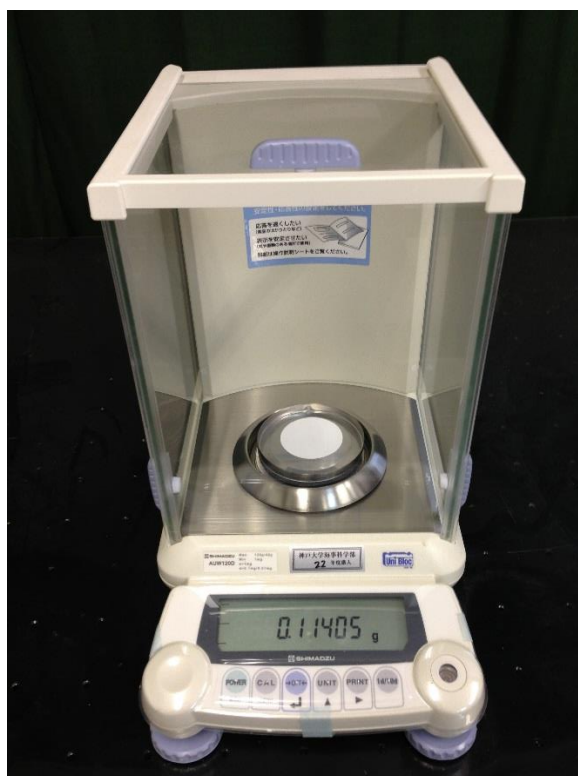
Hình 6. Phin lọc và thiết bị lấy mẫu trong khí xả động cơ

Muội được lọc qua phin lọc giấy ADVANTEC PG-60, do công ty Toyo Roshi Kaisha sản xuất, nhờ bộ lấy mẫu D-25UP do công ty OCT science sản xuất. Phin lọc giấy được giữ kín trong thiết bị lấy mẫu muối đặt trước bộ đo lưu lượng lấy mẫu khí xả. Để phân tách thành phần hòa tan và thành phần hóa cứng trong muối

khí xả, nhóm nghiên cứu sử dụng dung dịch dichloromethane và lò sấy khô đặt được nhiệt độ và thời gian sấy để tách nước ra khỏi mẫu thí nghiệm. Sau khi sấy khô, mẫu giấy phin lọc chưa lấy muối, mẫu phin lọc đã lấy muối, và sau khi xử lý hóa chất đều được cân để tính khối lượng muối và thành phần hòa tan, thành phần không hòa tan trong muối khí xả. Các hình ảnh về thiết bị lấy mẫu muối, xử lý hóa chất được, và cân vi lượng được thể hiện trong Hình 6-8.



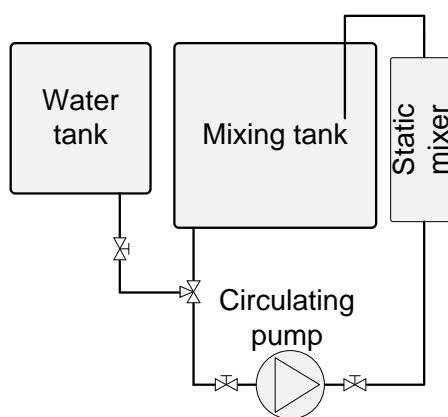
Hình 7. Xử lý hóa chất cho mẫu muối khí xả



Hình 8. Cân vi lượng đo muối khí xả

2.1.3. Hệ thống tạo nhũ tương nhiên liệu

Để tạo nhũ tương nhiên liệu, nhóm tác giả sử dụng hệ thống hòa trộn bao gồm một két chứa dầu Jatropha (JO); một két chứa nước; một bơm tuần hòa; và một thiết bị hòa trộn tĩnh. Để giữ cho nhũ tương nhiên liệu ổn định, nhóm nghiên cứu sử dụng một số dung môi tạo nhũ tương như Rheodol SP-L 10, Rheodol 440V, và Emulgen 103, do tập đoàn hóa chất Kao, Nhật Bản sản xuất. Sơ đồ hệ thống hòa trộn nhiên liệu nhũ tương được mô tả trên Hình 9. Nhiên liệu nhũ tương được tạo ra từ hệ thống hòa trộn có hình ảnh như trong Hình 10.



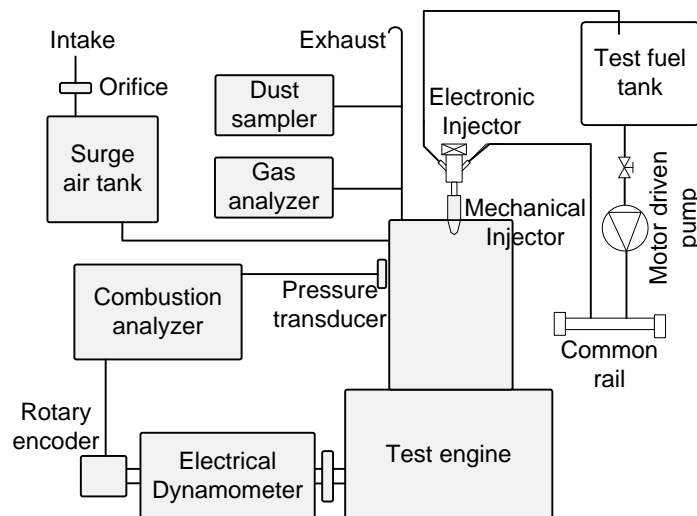
Hình 9. Hệ thống hòa trộn nhiên liệu nhũ tương



Hình 10. Nhiên liệu nhũ tương được tạo ra từ hệ thống hòa trộn

2.2. Tiến hành thí nghiệm

Các thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện tự nhiên của phòng thí nghiệm, các kết quả thí nghiệm được ghi lại trong điều kiện động cơ hoạt động ổn định. Động cơ sử dụng dầu nhẹ (LO), và dầu thực vật Jatropha để lấy số liệu đối sánh. Khi đó, góc phun sớm của động cơ được đặt ở 17° góc quay trục khuỷu (gqtk) trước ĐCT, JO-17. Động cơ được chạy thử nghiệm với nhũ tương nhiên liệu Jatropha và nước, JWE, ở các góc phun sớm $17, 20,$ và 23° gqtk trước ĐCT. Trước mỗi thí nghiệm, dầu thực vật Jatropha được nhũ tương hóa với 10 và 20% khối lượng nước (JWE 10%, JWE 20%) để cấp cho động cơ chạy thử nghiệm. Nhũ tương nhiên liệu được tạo ra bằng cách bơm dầu Jatropha tuần hoàn trong hệ thống hòa trộn, sau đó dung dịch nước và dung môi được bổ sung từ két chứa nước qua van điều chỉnh lưu lượng. Hình 11 thể hiện sơ đồ bố trí thí nghiệm trong nghiên cứu này.



Hình 11. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

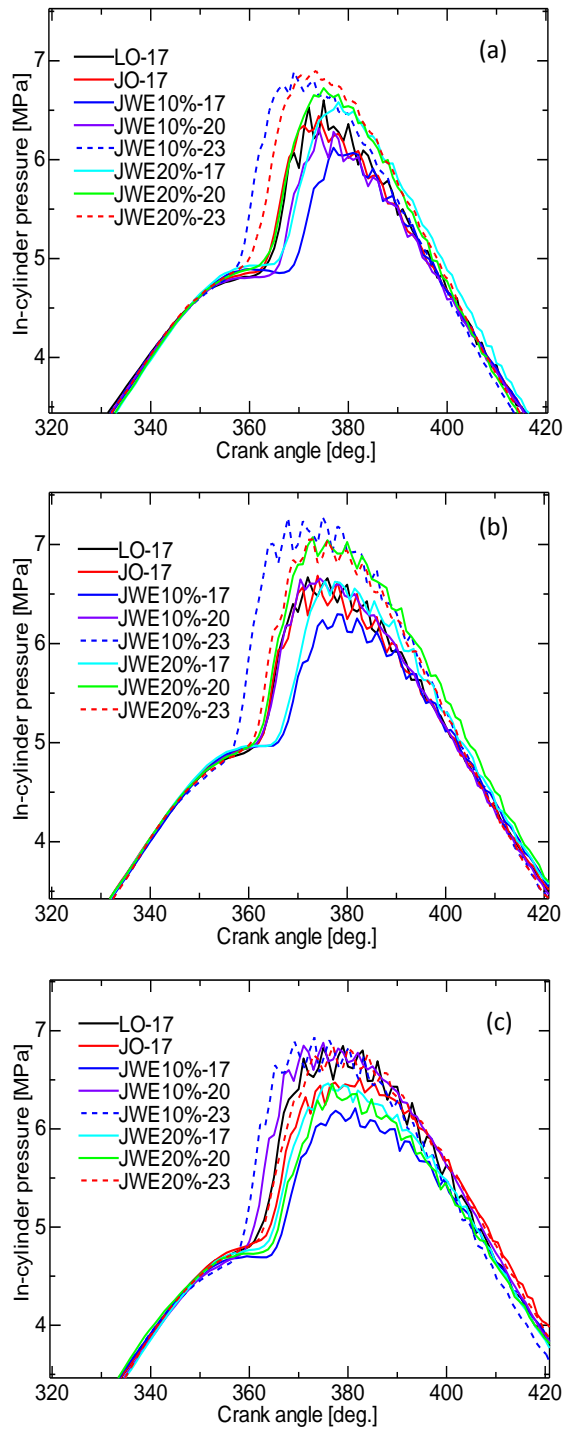
Trong nghiên cứu này, tải của động cơ thử nghiệm được đặt ở các giá trị là 3.0 kW, 4.5 kW, and 6.0 kW ở tốc độ quay 2000 v/p. Áp suất nhiên liệu trong bình tích năng được đặt ở giá trị 100 MPa. Các thành phần trong khí xả động cơ bao gồm CO, CO₂, HC, NO_x và muối được ghi lại trong các thí nghiệm. Trong khi muối được lấy mẫu trên phin lọc từ 10 lít mẫu khí xả. Phin lọc lấy mẫu muối được sấy ở nhiệt độ 50 °C trong một giờ để loại nước ra khỏi phin lọc. Khối lượng

muội được tính dựa trên mẫu lấy được và khối lượng phin lọc trước khi lấy mẫu. Chúng được tính trung bình từ các lần đo. Sau đó thành phần hòa tan trên các phin lọc lấy mẫu được hòa tan bằng dung dịch dichloromethane, rồi sấy khô ở nhiệt độ 100 °C trong một giờ. Khối lượng các chất hòa tan (SOF) và không hòa tan (ISF) được tính căn cứ vào khối lượng phin lọc có muội trước và sau khi đã xử lí hóa chất.

CHƯƠNG 3

ĐẶC TÍNH HOẠT ĐỘNG VÀ PHÁT THẢI KHÍ XẢ CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL SỬ DỤNG NHỮ TƯƠNG JATROPHA

3.1. Đặc tính cháy



Hình 12. Áp suất trong xi lanh ở (a) 3.0 kW, (b) 4.5 kW, và (c) 6.0 kW

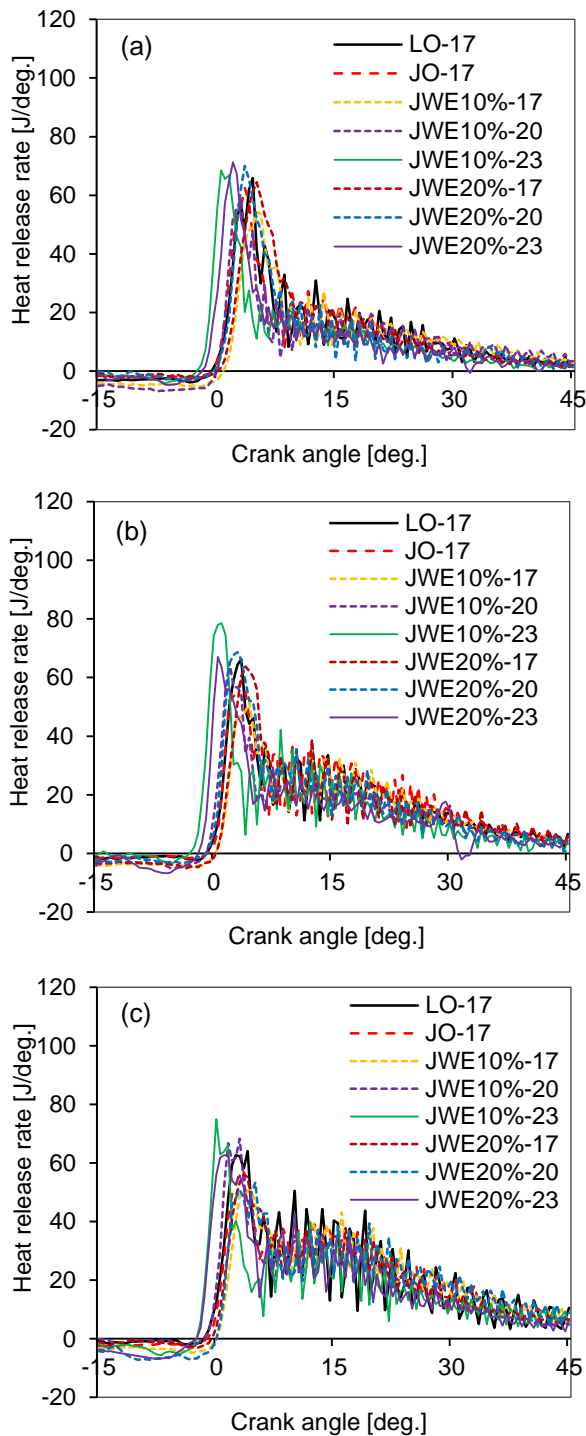
Quá trình cháy của động cơ diesel phụ thuộc vào quá trình hòa trộn giữa nhiên liệu-không khí và đặc tính nhiên liệu, ví dụ như độ nhớt, khả năng bay hơi, và cả hệ thống phun nhiên liệu. Hơn nữa, các thông số khai thác như thời điểm phun nhiên liệu cũng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình cháy. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề cập đến một số thông số đặc trưng cho quá trình cháy như áp suất trong xi lanh động cơ, tốc độ tỏa nhiệt, và độ trễ cháy.

Áp suất trong xi lanh của động cơ được mô tả trong Hình 12. Từ Hình 12 cho thấy, áp suất cực đại trong xi lanh động cơ phụ thuộc vào cả nhiên liệu được sử dụng và phương pháp phun nhiên liệu. Đối với động cơ sử dụng nhiên liệu nhũ tương, mức độ tăng áp suất trong xi lanh động cơ phụ thuộc vào một vài yếu tố như: việc làm mát của nước trong nhiên liệu nhũ tương; cháy nhiên liệu tích tụ trong buồng đốt; và tác dụng của tán xạ nhiên liệu thứ cấp do hiện tượng vi nổ. Khi so sánh với áp suất khi động cơ sử dụng Jatropha ở thời điểm phun 17° gqtk trước ĐCT (JO-17), áp suất cực đại của động cơ khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương 10% nước (JWE 10%) giảm 5 %, 5.8 %, 4.5 %; trong khi nhũ tương 20 % nước giảm ít hơn với mức 0.1 %, 0.9 %, và 0.2 % ở lần lượt các tải là 3.0, 4.5, và 6.0 kW. Ở góc phun sớm 17° trước ĐCT này, áp suất nhiên liệu của động cơ sử dụng nhũ tương phát triển muộn hơn khi so sánh với động cơ sử dụng dầu nhẹ (LO) hoặc dầu Jatropha (JO). Áp suất trong xi lanh động cơ giảm và phát triển muộn hơn có thể do tác dụng làm lạnh của nước trong nhiên liệu nhũ tương, và độ nhớt cao hơn của nhiên liệu nhũ tương.

Khi thay đổi thời điểm phun sớm hơn, áp suất cực đại trong xi lanh động cơ hầu hết tăng khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương, đặc biệt ở góc phun sớm 23° gqtk trước ĐCT. Ở tải nhỏ, nhiên liệu nhũ tương 10% nước (JWE 10%) tăng áp suất cực đại với mức 7.0 và 8.8%, trong khi nhũ tương 20% nước (JWE 20%) tăng 7.0 và 5.5% khi so với áp suất của động cơ khi sử dụng JO-17. Ở mức tải cao tại 6.0 kW, JWE 20% có mức tăng áp suất 5.9%, trong khi JWE 10% có mức tăng 7.1% khi so với áp suất cực đại của động cơ khi sử dụng JO-17. Việc tăng áp suất cực đại trong xi lanh động cơ có thể do nhiên liệu tích lũy trong buồng đốt, hoặc do

hiện tượng vi nổ làm cho quá trình hòa trộn nhiên liệu-không khí tốt hơn. Ở thời điểm phun 20° gqtk trước ĐCT, đối với JWE 10%, áp suất trong xi lanh có chút giảm nhẹ ở tải nhỏ, trong khi nó có mức tăng đáng kể là 6.2% khi so với JO-17 ở tải lớn. Điều này là do tác dụng làm lạnh lần át các yếu tố khác ở tải thấp, trong khi ở tải cao, lượng nhiên liệu tích tụ và khả năng tán xé nhiên liệu thứ cấp có thể đã tăng khả năng phát triển áp suất bên trong xi lanh động cơ. Ở góc phun sớm này, ở tải thấp, JWE 20% có mức tăng là 4.3 và 5.8%, trong khi áp suất của nó tương đương khi sử dụng JO-17 ở 6.0 kW. Kết quả này được giải thích là do đủ lượng nước ở trong nhũ tương JWE 20% dẫn đến tán nhiên liệu thứ cấp tốt hơn ở tải nhỏ, và tác dụng làm lạnh ở tải cao.

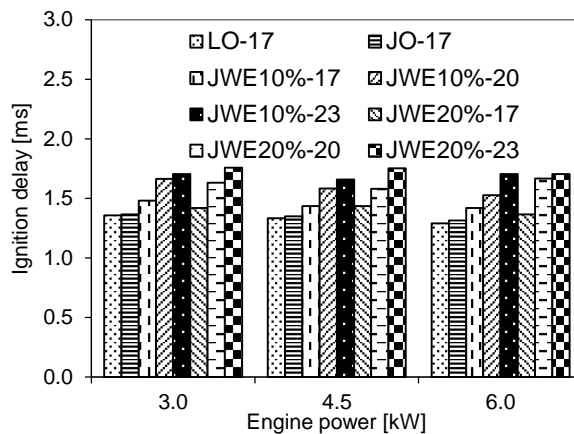
Tốc độ tỏa nhiệt trong xi lanh động cơ được thể hiện trên Hình 13. Tốc độ tỏa nhiệt cực đại giảm từ 65.9, 66.2 và 64 J/độ khi động cơ sử dụng LO-17 tới giá trị 62.5, 59, và 57 J/độ khi động cơ sử dụng JO-17 ở các giá trị tải lần lượt là 3.0, 4.5, và 6.0 kW. Giảm tốc độ tỏa nhiệt cực đại được giải thích là do đặc tính của nhiên liệu dầu thực vật *Jatropha* như độ nhớt cao hơn, tính bay hơi kém hơn, và trị số xê tan thấp hơn. Ở góc phun sớm 17° trước ĐCT, tốc độ tỏa nhiệt khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương giảm tương đối lần lượt là 13.1, 12.9 và 11% đối với JWE 10% và 3.1, 8.1, -1.5% đối với JWE 20% khi so với JO-17 ở các tải lần lượt là 3.0, 4.5, 6.0 kW. Giảm giá trị của tốc độ tỏa nhiệt được giải thích là do tác dụng làm lạnh của nước trong nhiên liệu nhũ tương. Tuy nhiên, hiệu quả làm lạnh của nước trong JWE 20% bị lần át bởi hiệu ứng vi nổ. Khi phun nhiên liệu sớm hơn, tốc độ tỏa nhiệt tăng dần so với chúng ở thời điểm phun thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ, đặc biệt ở góc phun sớm 23° gqtk trước ĐCT. Ở 20° gqtk trước ĐCT. Nhiên liệu JWE 10% giảm tốc độ tỏa nhiệt 6% ở tải 3.0 kW, trong khi tăng tốc độ tỏa nhiệt 10.6, 19.7% ở 4.5 và 6.0 kW. Ở thời điểm phun này, nhiên liệu JWE 20% tăng tốc độ tỏa nhiệt 12.1%, và 16.5% ở 3.0, 4.5 kW, giảm 6.5% ở 6.0 kW. Ở góc phun sớm 23° gqtk trước ĐCT, đối với nhiên liệu JWE 10%, tốc độ tỏa nhiệt tăng 9.6, 33.2, 31.4%, trong khi nhiên liệu JWE 20% giảm lần lượt là 14, 13.6, và 9.7% so với JO-17 ở tải 3.0, 4.5, và 6.0 kW. Kết quả này là do tác dụng làm lạnh của JWE 20% chiếm ưu thế so với JWE 10%, đặc biệt ở tải cao.



Hình 13. Tốc độ tỏa nhiệt của động cơ tại a, 3.0 kW; b, 4.5 kW; và c, 6.0 kW

Độ trễ cháy được thể hiện trên Hình 14. Độ trễ cháy là khoảng thời gian từ thời điểm bắt đầu phun nhiên liệu tới thời điểm nhiên liệu bắt đầu cháy. Thời điểm bắt đầu cháy là thời điểm tốc độ tỏa nhiệt thay đổi từ giá trị âm sang dương trên đồ thị tốc độ tỏa nhiệt. Độ trễ cháy ngắn hơn đối với nhiên liệu dầu nhẹ LO, và nhiên liệu dầu thực vật JO, trong khi nhiên liệu nhũ tương tăng độ trễ cháy và tăng khi góc phun sớm tăng lên. Ở góc phun sớm thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ,

nhiên liệu JWE 10% tăng độ trễ cháy từ 6.4 lên 8.3%, trong khi ở 23° gqtk trước ĐCT, độ cháy trên tăng từ 22.9 lên 29.9% khi so với độ cháy trễ của JO-17. Với nhiên liệu JWE 20% ở 17° trước ĐCT độ trễ cháy tăng từ 4.0 lên 6.4 % và tăng lên 30% khi góc phun sớm tăng lên 23° gqtk trước ĐCT khi so với độ cháy trễ của JO-17. Tăng độ trễ cháy của nhiên liệu nhũ tương và khi tăng khi tăng góc phun sớm có thể do tác dụng làm lạnh của nước trong nhiên liệu nhũ tương và điều kiện cháy kém hơn khi tăng góc phun sớm.

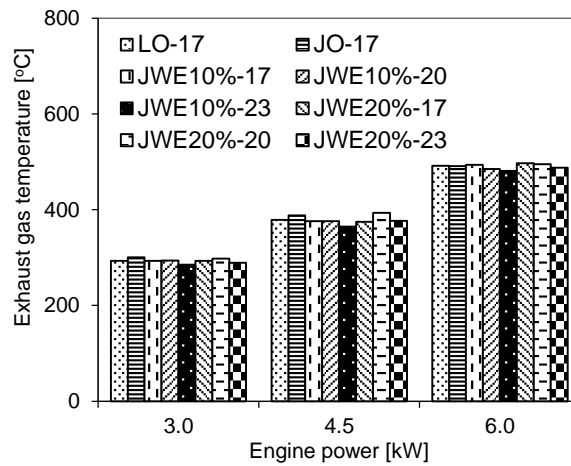


Hình 14. Độ trễ cháy của động cơ với các thí nghiệm khác nhau

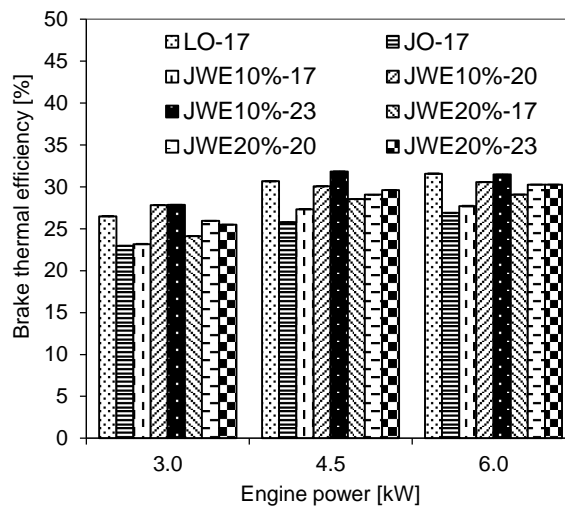
3.2. Đặc tính khai thác

Đặc tính khai thác của động cơ như nhiệt độ trong xi lanh, và nhiệt độ khí xả, hiệu suất nhiệt của động cơ sẽ được giới thiệu trong mục này. Nhiệt độ khí xả của động cơ được đo bằng cặp nhiệt kế gắn trên đường khí xả và được ghi lại trong quá trình thí nghiệm. Hiệu suất nhiệt của động cơ được tính bằng tỉ số giữa công có ích và năng lượng được cấp bằng việc đốt cháy nhiên liệu.

Nhiệt độ khí xả được biểu thị trên Hình 15. Nhiệt độ khí xả tăng khi công suất của động cơ tăng, điều này là do tăng lượng nhiên liệu cấp cho động cơ. Ở hầu hết các góc phun sớm, nhiệt độ khí xả khi sử dụng nhiên liệu JWE 10% giảm khi so với sử dụng nhiên liệu JO-17. Việc giảm nhiệt độ khí xả được giải thích là do tác dụng làm lạnh của nước trong nhiên liệu nhũ tương. Đối với nhiên liệu JWE 20%, ở góc phun sớm thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ, nhiệt độ khí xả giảm nhẹ hoặc tương đương với nhiệt độ khí xả khi sử dụng JO-17.



Hình 15. Nhiệt độ khí xả của động cơ

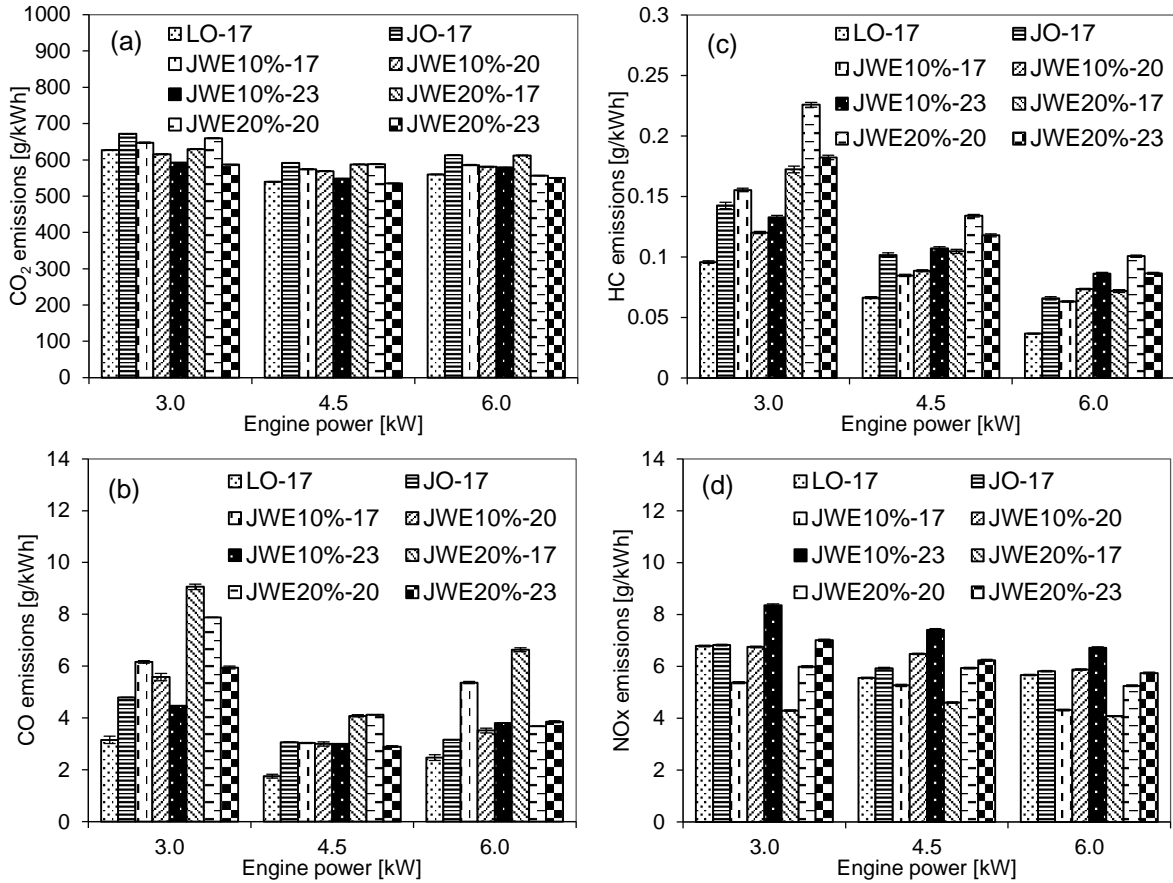


Hình 16. Hiệu suất nhiệt của động cơ

Hiệu suất nhiệt của động cơ được biểu thị trên Hình 16. Nhiên liệu nhũ tương tăng hiệu suất nhiệt của động cơ, đặc biệt khi tăng góc phun sớm, khi so với hiệu suất của động cơ khi sử dụng JO-17. Ở góc phun sớm thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ, ở tải cao hơn, hiệu suất động cơ khi sử dụng JWE 10% tăng tương đối 3% tới 6%, trong khi JWE 20% tăng tương đối 8% tới 10.7% khi so với hiệu suất nhiệt của động cơ khi sử dụng JO-17. Khi tăng góc phun sớm, hiệu suất động cơ khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương JWE 10% tăng tương đối từ 13.6% đến 23.5%. Đối với JWE 20%, mức tăng tương đối là 10.9% tới 14.9% khi so với JO-17. Ở tải trung bình, JWE 10% có hiệu suất cực đại đạt 31.8% lớn hơn cả hiệu suất của động cơ khi sử dụng dầu nhẹ LO, đạt 30.7%, ở góc phun sớm thiết lập. Tăng hiệu suất của nhiên liệu nhũ tương được giải thích là do hiệu ứng của vi nổ đã làm tăng khả năng hòa trộn của nhiên liệu và không khí bên trong buồng đốt động cơ.

3.3. Đặc tính phát thải khí xả

Phát thải khí xả của động cơ như Các bon dioxit (CO_2), Các bon oxít (CO), Hydro các bon (HC), và oxít ni tơ (NO_x) được biểu thị trên Hình 17a-d.



Hình 17. Một số phát thải khí xả của động cơ

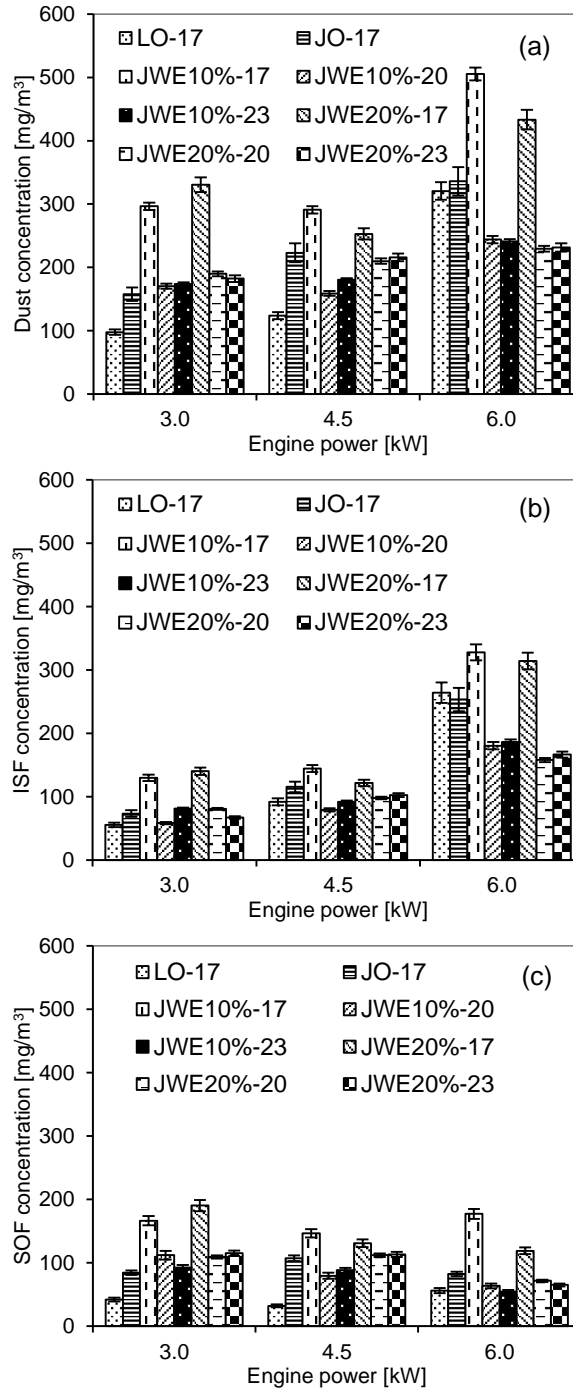
Hình 17a cho thấy phát thải khí CO_2 của động cơ khi sử dụng nhiên liệu Jatropha, JO, khi so với khi sử dụng nhiên liệu nhẹ ở góc phun sớm thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ. Khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương, phát thải khí xả CO_2 của động cơ giảm khi so với khi sử dụng JO-17. Khi đặt góc phun sớm lớn hơn, động cơ sử dụng nhiên liệu nhũ tương giảm phát thải CO_2 . Giảm CO_2 có thể là do hòa trộn tốt hơn của nhiên liệu và không khí, đặc biệt khi tăng góc phun sớm. Hiệu suất nhiệt cao hơn cũng đồng nghĩa giảm tiêu hao nhiên liệu, do đó phát thải CO_2 thấp hơn.

Phát thải Các bon oxít (CO) được biểu thị trên Hình 17b. Nhiên liệu nhũ tương tăng phát thải CO khi hàm lượng nước trong nhiên liệu nhũ tương tăng lên. Khi công suất động cơ tăng lên, phát thải CO giảm, sau đó lại tăng. Khi tăng góc phun sớm, phát thải CO giảm đáng kể. Nhiên liệu nhũ tương làm tăng phát thải CO có thể do độ nhớt cao hơn của nhiên liệu nhũ tương. Khi tăng góc phun sớm làm giảm phát thải CO là do động cơ có nhiều hơn thời gian để oxy hóa CO thành CO₂, giảm tiêu hao nhiên liệu, và tăng hiệu suất nhiệt như đã trình bày trên đây.

Phát thải Hydro các bon (HC) được biểu thị trên Hình 17c. Phát thải HC phụ thuộc vào công suất của động cơ, góc phun sớm nhiên liệu, và loại nhiên liệu sử dụng cho động cơ. Phát thải HC giảm khi tăng công suất của động cơ, điều này là do nhiệt độ trong buồng đốt động cơ cao hơn ở tải lớn. Ở tải thấp, khi sử dụng JWE 10% mức giảm tương đối của HC lần lượt là 16.6% và 4% ở 20°, 23° trước ĐCT khi so với khi sử dụng JO-17. Điều này có thể được giải thích là do nhiều thời gian hơn để nhiên liệu oxy hóa. Tuy nhiên, JWE 20% làm tăng tương đối HC lên 20.8 tới 58% khi so với JO-17. Đây có thể là do nhiều nước trong nhiên liệu nhũ tương, do đó tăng độ nhớt và khối lượng riêng, do đó có nhiều hạt nhiên liệu chui vào kẽ hở trong buồng đốt làm tăng HC. Mặt khác, điều kiện cháy kém hơn khi công suất thấp cũng làm tăng phát thải HC. Ở tải trung bình, điều kiện cháy tốt hơn do đó nhiên liệu JWE 10% ở góc phun sớm tăng vừa phải sẽ làm giảm đáng kể HC với mức giảm tương đối 12.7% khi so với JO-17. Ở tải trung bình hoặc cao, nhiên liệu JWE 20% làm tăng HC khi so với JO-17 là do tăng độ nhớt và tỉ trọng so với dầu thực vật Jatropha, JO.

Hình 17d biểu thị phát thải NO_x của động cơ. Phát thải NO_x có mối quan hệ mật thiết với nhiên liệu được sử dụng và thời điểm phun nhiên liệu. Từ Hình 17d rõ ràng ta thấy nhiên liệu nhũ tương giảm phát thải NO_x nhiều hơn khi so với nhiên liệu thực vật Jatropha, JO, và nhiên liệu dầu nhẹ, LO, ở góc phun sớm nguyên bản. Khi so sánh với phát thải NO_x của JO-17, nhiên liệu JWE 10% giảm 21.3, 11.2, và 25.8%, trong khi, JWE 20% giảm 37.1, 22.4, và 29.9 ở 3.0, 4.5, và 6.0 kW. Giảm phát thải NO_x được giải thích bởi tác dụng làm lạnh và pha loãng

của nước trong nhiên liệu nhũ tương. Phát thải NO_x tăng khi tăng góc phun sớm, điều này được giải thích vì nhiều nhiên liệu tích lũy và cháy trong buồng đốt khi tăng góc phun sớm. Tuy nhiên, ở 20° trước ĐCT, nhiên liệu nhũ tương, đặc biệt là JWE 20% phát thải NO_x thấp hơn 10 đến 12% hoặc tương đương với phát thải NO_x của động cơ khi sử dụng JO-17.



Hình 18. Muội, thành phần không hòa tan và hòa tan trong muội khí xả

Nồng độ muối, trong đó có thành phần không hòa tan (ISF), và thành phần không hòa tan (SOF) được biểu thị trong Hình 18a-c. Nhiên liệu nhũ tương phát thải nhiều muối hơn khi so với nhiên liệu thực vật *Jatropha*, JO, và nhiên liệu dầu nhẹ, LO, ở góc phun sớm thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ. Khi so với JO-17, muối tăng tương đối 87.7, 30.5, 50.4% khi sử dụng JWE 10%, trong khi JWE 20% tăng tương đối 109, 13.5, 29% ở tải của động cơ lần lượt là 3.0, 4.5, 6.0 kW. Khi tăng góc phun sớm lên 20° trước ĐCT, ở tải cao, nhiên liệu JWE10% giảm tương đối muối 28%, trong khi JWE 20% giảm 5.8 tới 31.6%. Ở 23° trước ĐCT nhiên liệu JWE 10% giảm 19.1 và 28.3%, nhiên liệu JWE 20% giảm 3.1, và 31.1%. Giảm muối khi tăng góc phun sớm có thể do pha loãng nhiên liệu bởi thành phần nước trong nhiên liệu nhũ tương, và hiệu ứng vi nổ, và có nhiều thời gian để oxy hóa hết nhiên liệu trong quá trình cháy.

Hình 18b cho thấy thành phần không hòa tan (ISF) trong muối giảm khi tăng góc phun sớm. Khi so với JO-17, ở 20° trước ĐCT nhiên liệu JWE 10% giảm ISF tương đối lớn nhất là 31.3%, trong khi JWE 20% giảm ISF tương đối lớn nhất là 37.7%. Ở tải động cơ nhỏ, do điều kiện cháy trong buồng đốt kém, do đó nhiên liệu nhũ tương phát thải thành phần hòa tan trong muối SOF cao hơn. Ở tải trung bình, JWE10% làm giảm thành phần SOF 25.9 và 17.7% ở các góc phun sớm lần lượt là 20 và 23° trước ĐCT, trong khi, JWE20% giảm SOF là không đáng kể khi so với JO-17. Ở mức tải 6.0 kW, SOF giảm 23 và 33.7% đối với JWE 10%, trong khi JWE 20% giảm tương đối SOF là 13.1 và 21.2%. Ở mức tải cao, nhiệt độ buồng đốt cao hơn, làm tăng hiệu ứng vi nổ do đó làm giảm thành phần SOF.

KẾT LUẬN

Động cơ diesel phun nhiên liệu trực tiếp được sử dụng để nghiên cứu ảnh hưởng của góc phun sớm và nhiên liệu nhũ tương Jatropha với tỉ lệ hòa trộn của nước là 10% và 20% đến đặc tính cháy, đặc tính khai thác, và đặc tính phát thải khí xả của động cơ. Qua nghiên cứu này, chúng tôi tóm lược những đặc điểm chính như sau:

1- Áp suất cực đại trong xi lanh động cơ giảm khi nhiên liệu nhũ tương được sử dụng ở góc phun sớm thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ. Khi tăng góc phun sớm áp suất trong xi lanh động cơ tăng nhẹ khi so với nhiên liệu thực vật Jatropha ở góc phun sớm thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ. Tốc độ tỏa nhiệt giảm nhẹ khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương ở góc phun sớm thiết lập bởi nhà sản xuất động cơ. Khi tăng góc phun sớm, tốc độ tỏa nhiệt tỏa nhiệt tăng lên. Độ trễ cháy tăng lên khi tăng góc phun sớm đối với cả nhiên liệu thực vật Jatropha và nhiên liệu nhũ tương.

2- Nhiên liệu nhũ tương giảm nhiệt độ khí xả. Hiệu suất của động cơ tăng lên khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương khi so với nhiên liệu thực vật Jatropha. Khi tăng góc phun sớm, hiệu suất của động cơ khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương tăng lên khi so với JO-17.

3- Khi tăng góc phun sớm đến giá trị phù hợp, nhiên liệu nhũ tương làm giảm hoặc giữ cho phát thải CO₂, CO, HC, và NO_x không tăng. Khi tăng góc phun sớm, nhiên liệu nhũ tương giảm đáng kể muội, thành phần hòa tan và thành phần không hòa tan, đặc biệt nhiên liệu nhũ tương JWE 10%.

4- Với 10% nước trong nhiên liệu nhũ tương, trong khi góc phun sớm là 20° trước ĐCT, sớm hơn 3° so với góc phun sớm chỉ định bởi nhà sản xuất động cơ, khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương sẽ cho kết quả tối ưu về hiệu suất và giảm phát thải khí xả của động cơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. Altın, S. Çetinkaya, and H. S. Yücesu. The potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engines. *Energy Conversion and Management* 2001, Volume 42, p. 529-538.
- [2] M. S. Kumar, A. Ramesh, B. Nagalingam. An experimental comparison of methods to use methanol and Jatropha oil in a compression ignition engine. *Biomass and Bioenergy* 2003, Volume 25, p. 309-318
- [3] K. Pramanik. Properties and use of jatropha curcas oil and diesel fuel blends in compression ignition engine. *Renewable Energy* 2003, Volume 28, p. 239-248.
- [4] Deepak Agarwal, Avinash Kumar Agarwal. Performance and emissions characteristics of Jatropha oil (preheated and blends) in a direct injection compression ignition engine. *Applied Thermal Engineering* 2007, Volume 27, p. 2314-2323.
- [5] B. S. Chauhan, N. Kumar, Y. D. Jun, K. B. Lee. Performance and emission study of preheated Jatropha oil on medium capacity diesel engine. *Energy* 2010, Volume 35, p. 2484-2492.
- [6] A. K. Agarwal and A. Dhar. Performance, emission and combustion characteristics of preheated and blended Jatropha oil. Chapter 26 in "Jatropha, Challenges for a New Energy Crop", Volume 1: Farming, Economics and Biofuel by Carels, Nicolas, Sujatha, Mulpuri, Bahadur, Bir (Eds.).
- [7] B. S. Chauhan, N. Kumar, H. M. Cho. A study on the performance and emission of a diesel engine fueled with Jatropha biodiesel oil and its blends. *Energy* 2012, Volume 37, p. 616-622.
- [8] M. Mofijur, H. H. Masjuki, M. A. Kalam, A. E. Atabani. Evaluation of biodiesel blending, engine performance and emissions characteristics of Jatropha curcas methyl ester: Malaysian perspective. *Energy* 2013, Volume 55, p. 879-887.

[9] R. J. Crookes, F. Kiannejad, and M. A. A. Nazha. Systematic assessment of combustion characteristics of biofuel and emulsions with water for use and diesel engine fuels. *Energy Conversion and Management* 1997, Volume 38, p. 1785-1795.

[10] O. Armas, R. Ballesteros, F. J. Martos, J. R. Agudelo. Characterization of light duty diesel engine pollutant emissions using water-emulsified fuel. *Fuel* 2005, Volume 84, p. 1011-1018.

[11] J. Ghojel, D. Honnery, K. Al-Khaleefi. Performance, emissions and heat release characteristics of direct injection diesel engine operating on diesel oil emulsion. *Applied Thermal Engineering* 2006, Volume 26, p. 2132-2141.

[12] R. Ochoterena, A. Lif, M. Nyden, S. Andersson, I. Denbratt. Optical studies of spray development and combustion of water-in-diesel emulsion and microemulsion fuels. *Fuel* 2010, Volume 89, p. 122-132.

[13] A. Maiboom, X. Tauzia. NO_x and PM emissions reduction on an automotive HSDI diesel engine with water-in-diesel emulsion and EGR: An experimental study. *Fuel* 2011, Volume 90, p. 3179-3192.

[14] Richard Brittain and NeBambi Lutaladio, *Jatropha: A Smallholder Bioenergy Crop-The Potential for Pro-Poor Development*, *Integrated Crop Management* Vol. 8, 2010.