

# Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian phun đến đặc tính quá trình cháy và khí thải trên động cơ Diesel phun trực tiếp bằng phương pháp mô phỏng

- 
- **Nguyễn Văn Tổng Em**

Trường Cao Đẳng Nghề An Giang

- **Nguyễn Lê Duy Khải**

Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG – HCM – [khainguyen@hcmut.edu.vn](mailto:khainguyen@hcmut.edu.vn)

(Bài nhận ngày 22 tháng 10 năm 2013, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 16 tháng 10 năm 2014)

## TÓM TẮT:

Bài báo này trình bày nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian phun đến đặc tính quá trình cháy và khí thải trên động cơ diesel phun trực tiếp, buồng cháy thông nhất bằng phần mềm mô phỏng KIVA-3V. Trong nghiên cứu này, thời gian phun được thay đổi từ  $6^\circ$  đến  $12^\circ$  góc quay trục khuỷu (CA) khi giữ nguyên thời điểm phun để đánh giá sự tác động đến công suất, suất tiêu hao nhiên liệu và phát thải bồ hóng cũng như  $NO_x$  trong khí thải động cơ diesel RV125-2. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng công suất của động cơ đạt giá trị lớn nhất, đồng thời bồ hóng và  $NO_x$  giảm đáng kể khi thời gian phun nằm trong khoảng từ  $6^\circ$  đến  $9^\circ$  CA.

**Từ khóa:** Thời gian phun, động cơ diesel phun trực tiếp, mô phỏng, KIVA 3V.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Động cơ Diesel được biết đến với hiệu suất nhiệt cao hơn những dòng động cơ khác nên chúng được ứng dụng rộng rãi trên các phương tiện vận tải, đặc biệt là vận tải hàng hóa, chẳng hạn như: ô tô khách, ô tô tải, xe lửa, tàu thủy, máy nông nghiệp,... Tuy nhiên, động cơ diesel sinh ra ô nhiễm bồ hóng và  $NO_x$  ở mức cao. Như chúng ta đã biết, áp suất phun nhiên liệu trong động cơ Diesel có ảnh hưởng đến quá trình cháy và khí thải gây ô nhiễm môi trường. Tùy thuộc vào áp suất phun mà nhiên liệu phun vào buồng cháy động cơ có thể ảnh hưởng đến quá trình cháy, mức độ ô nhiễm trong khí xả và tiêu hao

nhiên liệu sẽ khác nhau [1]. Hệ thống nhiên liệu “Common Rail” ra đời để tối ưu hóa quá trình phun nhiên liệu, với áp suất phun cao sẽ làm cho nồng độ ô nhiễm bồ hóng giảm vì điều này giúp cải thiện quá trình phân rã hạt nhân, bay hơi nhiên liệu và hòa trộn với không khí của tia nhiên liệu. Tuy nhiên, áp suất phun cao lại làm cho nồng độ ô nhiễm  $NO_x$  tăng theo, nguyên nhân do nhiệt độ trong buồng cháy cao và các vùng không khí giàu ôxi xung quanh điểm lửa gây ra [2].

Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian phun nhằm xác định thời gian phun tốt nhất giúp giảm các nguồn phát thải

trên động cơ Diesel bằng phương pháp mô phỏng, trong khi thời điểm phun giữ nguyên không đổi.

## 2. CÁC MÔ HÌNH TOÁN SỬ DỤNG TRONG MÔ PHỎNG

Việc nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình phun nhiên liệu trên động cơ Diesel phun trực tiếp được thực hiện bằng phần mềm mô phỏng KIVA-3V. Đây là chương trình mô phỏng mã nguồn mở được phát triển bởi Phòng thí nghiệm Quốc gia Los Alamos (Hoa Kỳ), dựa trên các phương trình bảo toàn và chuyển hóa về nhiệt, khối lượng và mô men giữa các pha khí trong xy lanh. Để mô phỏng dòng chuyển động rối, mô hình dòng chảy rối “Renormalized Group k-epsilon” (RNG k-ε) được Han và Reitz xây dựng nên [3]. Ngoài ra, việc kết hợp giữa hai mô hình Kelvin-Helmholtz và Rayleigh-Taylor để hình thành nên mô hình lai KH-RT được sử dụng để mô phỏng quá trình phân rã tia nhiên liệu (Kim và nhóm tác giả, 2004, [4]; R.D.Riezt, 1987, [5]). Bên cạnh đó, KIVA-3V còn sử dụng rất nhiều các mô hình phụ khác để mô phỏng các quá trình xảy ra khi nhiên liệu phun vào buồng đốt cho đến khi bắt đầu bén lửa như mô hình bay hơi nhiên liệu, mô hình truyền nhiệt giữa các phần tử, mô hình va chạm giữa các hạt nhiên liệu (F.B.Kärholm, 2008, [6]). Để khảo sát sự tác động của các thông số phun đến ô nhiễm môi trường, KIVA-3V sử dụng mô hình Zel’dovich cho quá trình hình thành NO<sub>x</sub> (Y.B.Zel’dovich, 1946, [7]) và tính toán sự hình thành bồ hóng cũng như quá trình ô xi hóa bồ hóng được mô phỏng bằng mô hình bồ hóng “8 bước” của Foster (N.L.D.Khai; N.Sung, 2009, [8]).

### 2.1. Mô hình phân rã tia phun “Kelvin-Helmholtz và Rayleigh-Taylor”

Mô hình Kelvin-Helmholtz và Rayleigh-Taylor (KH-RT) là sự kết hợp giữa hai mô hình phân rã

tia phun: Mô hình Kelvin-Helmholtz, giải thích sự phát triển không ổn định của các sóng bề mặt của tia nhiên liệu lỏng gây ra bởi sự sai khác về vận tốc giữa pha lỏng và pha khí, và mô hình Rayleigh-Taylor, giải thích sự phát triển sóng bề mặt của các hạt nhiên liệu do bởi sự cọ xát giữa các bề mặt hạt và khí.

Theo Kelvin - Helmholtz, lớp biên của trường tia nhiên liệu sinh ra sự phát triển nhanh chóng về chiều dài sóng ( $\lambda_{KH}$ ) và tốc độ hình thành ( $\Omega_{KH}$ ) hạt nhiên liệu:

$$\lambda_{KH} = 9.02 \frac{r \left( 1 + 0.45 Oh^{1/2} \right) \left( 1 + 0.47 Ta^{0.7} \right)}{\left( 1 + 0.856 We^{1.67} \right)^{0.6}} \quad (1)$$

Trong đó, Oh: số Ohnesorge; Ta: số Taylor; We: số Weber.

$$\Omega_{KH} = \frac{\left( 0.34 + 0.38 We^{3/2} \right)}{\left( 1 + Oh \right) \left( 1 + 1.47 Ta^{0.6} \right)} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho_d r^3}} \quad (2)$$

Bán kính tới hạn của hạt nhiên liệu  $r_c$  - bán kính hình thành sau khi hạt nhiên liệu thoát khỏi tia phun - phụ thuộc chiều dài sóng  $\lambda_{KH}$  và tốc độ mà tại đó hạt nhiên liệu thoát khỏi tia phun, hoặc giá trị thời gian phân rã tia phun t<sub>KH</sub> (đại diện cho tốc độ phân rã) phụ thuộc vào chiều dài sóng  $\lambda_{KH}$ , tốc độ hình thành  $\Omega_{KH}$  và bán kính hạt nhiên liệu, r:

$$r_c = B_0 \lambda_{KH} \quad (3)$$

$$t_{KH} = \frac{3.726 B_1 r}{\Omega_{KH} \lambda_{KH}} \quad (4)$$

Với,  $r_c$ : bán kính tới hạn của hạt nhiên liệu;  $B_0$ ,  $B_1$ : hằng số mô hình; r: bán kính hạt nhiên liệu

Sự biến thiên kích thước hạt có thể được xác định bằng phương trình sau:

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{r - r_c}{t_{KH}} \quad (5)$$

Phương trình trên mô tả tốc độ mà hạt nhiên liệu đạt đến trạng thái cân bằng. thông số B0 và B1 được tra trong Bảng 1. Thông số B0 sẽ xác định điều kiện để sự phân rã bắt đầu. nếu  $We < We_{giới hạn}$ , các hạt nhiên liệu sẽ tự đạt tới trạng thái ổn định và quá trình phân rã tia phun không xảy ra. Thông số thứ hai, B1, kiểm soát thời điểm mà tại đó hạt nhiên liệu mới được hình thành.

**Bảng 1.** Hằng số mô hình KH-RT

Thông số mô hình	Giá trị
B <sub>0</sub>	0.61
B <sub>1</sub>	40.0
C <sub>t</sub>	1.0
C <sub>RT</sub>	0.1
We <sub>giới hạn</sub>	6

Theo Rayleigh - Taylor, việc xuất hiện hạt nhiên liệu bị chi phối bởi tốc độ xáo trộn trên bề mặt hạt. Sự xáo trộn này bắt đầu từ đuôi của lớp biên. Chiều dài sóng ( $\lambda_{RT}$ ) và tốc độ hình thành ( $\Omega_{RT}$ ) cho bởi công thức:

$$\Omega_{RT} = \sqrt{\frac{2|g_t(\rho_l - \rho_g)|^{1.5}}{3\sqrt{3}\sigma(\rho_l + \rho_g)}} \quad (6)$$

Với,

$$g_t = \left( g + \frac{du_d}{dt} \right) \frac{u_d}{|u_d|} \quad (7)$$

$$\lambda_{RT} = 2\pi C_{RT} \sqrt{\frac{3\sigma}{|g_t(\sigma_l - \sigma_g)|}} \quad (8)$$

Trong đó, CRT là thông số mô hình. CRT xác định điều kiện để hạt phân rã thành các hạt mới

có kích thước nhỏ hơn, và thông số này cũng xác định kích thước mà hạt mới đạt được.

## 2.2. Mô hình bay hơi hạt nhiên liệu

Thông số cơ bản để mô phỏng quá trình bay hơi của hạt nhiên liệu đó chính là thông số thời gian tồn tại của các hạt này. Để xác định thời gian tồn tại của các hạt, ta sẽ lấy đạo hàm theo thời gian khối lượng của hạt.

$$\frac{dm_d}{dt} = \rho_d \frac{d}{dt} \left( \frac{4}{3} \pi \left( \frac{D}{2} \right)^3 \right) = \frac{\rho_d \pi}{2} D^2 \frac{dD}{dt} \quad (9)$$

Mặt khác ta có,

$$\frac{dD^2}{dt} = C_e \Rightarrow \frac{dD}{dt} = \frac{C_e}{2D} \quad (10)$$

Trong đó, C<sub>e</sub> là hằng số được tra trong Bảng 1. Từ phương trình trên tích phân 2 vế theo thời gian ta được:

$$D^2 = C_e t + D_0^2 \quad (11)$$

Để xác định thời gian ( $\tau_e$ ) mà một hạt có kích thước D<sub>0</sub> bốc hơi hoàn toàn, ta cần thay D = 0 vào phương trình trên và kết quả ta sẽ có phương trình:

$$\tau_e = -\frac{D_0^2}{C_e} \quad (12)$$

Giá trị chưa biết của phương trình là C<sub>e</sub>, được xác định:

$$C_e = -4Sh \frac{\rho_v}{\rho_d} \Re \ln \left( 1 + \frac{X_{v,s} - X_{v,\infty}}{1 - X_{v,s}} \right) \quad (13)$$

Trong đó hằng số Sh là hằng số Sherwood, được tính bằng sự tương quan Ranz-Marshall:

$$Sh = 2 + 0.6 Re^{1/2} Sc^{1/3} \quad (14)$$

Phương trình (12) bây giờ có thể sử dụng biến Ce được tính từ phương trình (13):

$$\frac{dm_d}{dt} = -\frac{m_d}{\tau_e} \quad (15)$$

Trong đó, thời gian tồn tại của hạt nhiên liệu được xác định:

$$\tau_e = \frac{\rho_d D^2}{6\mathfrak{R}Sh\rho_v \ln\left(1 + \frac{X_{v,s} - X_{v,\infty}}{1 - X_{v,s}}\right)} \quad (16)$$

Và tương tự cho đường kính (từ phương trình (10)):

$$\frac{dD}{dt} = -\frac{D}{3\tau_e} \quad (17)$$

Trong đó,  $m_d$ : khối lượng hạt nhiên liệu;  $\rho_d$ : khối lượng riêng của hạt nhiên liệu;  $D$ : đường kính hạt;  $D_0$ : đường kính ban đầu của hạt nhiên liệu;  $\mathfrak{R}$ : hệ số khuếch tán khối lượng;  $X_{v,s}$ : hệ số khối lượng của hơi nhiên liệu tại bề mặt hạt;  $X_{v,\infty}$ : hệ số khối lượng của hơi nhiên liệu ở vị trí xa hạt.

### 2.3. Tạo mô hình lưới cho động cơ RV125-2

**Bảng 2.** Thông số kỹ thuật của động cơ diesel RV125-2.

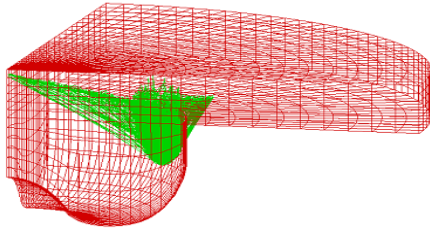
STT	Thông số	Giá trị
1	Kiểu loại	1 xy lạnh, DI (Động cơ RV-125)
2	Đường kính x hành trình piston	94 x 90 (mm)
3	Tỉ số nén	18:1
4	Thời điểm xú páp nạp đóng	135° BTDC
5	Thời điểm xú páp xả mở	130° ATDC
6	Kiểu kim phun	Bosch 200kgf/cm <sup>2</sup>
7	Số lỗ tia	4

**Bảng 3.** Điều kiện mô phỏng.

STT	Thông số quá trình mô phỏng	Giá trị
1	Thông số hình học mô phỏng	90.0°
2	Số vòng quay động cơ	2400 vòng/phút
3	Tải động cơ	80%
4	Lưu lượng phun	38mm <sup>3</sup> /chu trình
5	Thời điểm phun	20° BTDC
6	Tỉ số xoáy lốc ban đầu	1.0
7	Nhiệt độ tia nhiên liệu ban đầu	323 (K)
8	Nhiên liệu đặc trưng	C14H30
9	Nhiệt độ khi xupap nạp đóng	313 (K)
10	Áp suất khi xupap nạp đóng	0.99 bar

11	Góc phun	140°
----	----------	------

Sau khi xác định các thông số cần thiết cho tập tin đầu vào, kết quả ta thu được một mô hình lưới của động cơ Vikyno RV125-2 như Hình 1.



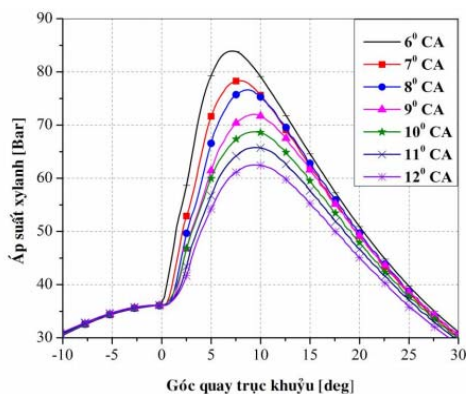
**Hình 1.** Chia lưới buồng đốt piston sau 2° CA tại thời điểm phun 20° BTDC.

### 3. ẢNH HƯỞNG THỜI GIAN PHUN ĐẾN QUÁ TRÌNH CHÁY VÀ KHÍ THẢI

Mục tiêu của bài báo này là nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian phun đến đặc tính quá trình cháy và khí thải. Quá trình mô phỏng được thực hiện ở các thời gian phun nhiên liệu khác nhau: 6° CA, 7° CA, 8° CA, 9° CA, 10° CA, 11° CA, 12° CA và điều kiện mô phỏng được trình bày ở Bảng 3.

#### 3.1. Ảnh hưởng của thời gian phun đến áp suất trong xy lanh

Hình 2 là đồ thị áp suất bên trong xy lanh khi thay đổi thời gian phun nhiên liệu: 6°CA, 7°CA, 8°CA, 9°CA, 10°CA, 11°CA, 12°CA.



**Hình 2.** Đồ thị áp suất trong xy lanh khi thay đổi thời gian phun.

Quan sát từ đồ thị Hình 2 ta thấy rằng khi thời gian phun giảm dần từ 12°CA xuống 6°CA thì áp suất cực đại trong xy lanh tăng dần tương ứng. Cụ thể, khi thời gian phun là 9°CA thì áp suất cực đại trong xy lanh đạt giá trị 72,0 bar và khi thời gian phun giảm xuống 8°CA thì áp suất cực đại trong xy lanh tăng lên và đạt giá trị là 76,6 bar, có nghĩa là khi giảm thời gian phun từ 9°CA xuống 8°CA thì áp suất cực đại trong xy lanh tăng 6,4%.

#### 3.2. Ảnh hưởng của thời gian phun đến nhiệt độ trong xy lanh

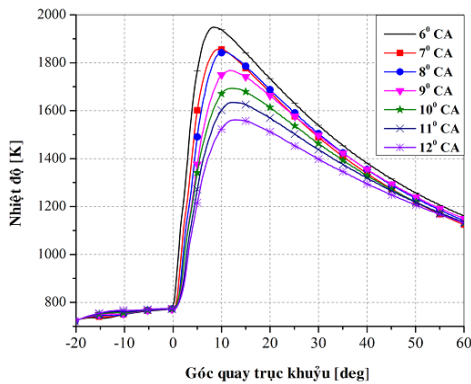
Hình 3 là đồ thị nhiệt độ trung bình bên trong xy lanh khi thay đổi thời gian phun nhiên liệu. Khi giảm dần thời gian phun từ 12°CA xuống 6°CA thì nhiệt độ cực đại trung bình trong xy lanh tăng dần tương ứng. Cụ thể, khi thời gian phun là 9°CA thì nhiệt độ cực đại trung bình trong xy lanh đạt giá trị 1767,4°K và khi giảm thời gian phun xuống 8°CA thì nhiệt độ cực đại trung bình trong xy lanh tăng lên và đạt giá trị là 1843,5°K, có nghĩa là khi giảm thời gian phun từ 9°CA xuống 8°CA thì nhiệt độ cực đại trong xy lanh tăng 4,3%.

Hình 4 thể hiện sự phân bố nhiệt độ cực đại bên trong xy lanh trên mặt cắt dọc ở 10° ATDC khi thay đổi thời gian phun nhiên liệu: 6°CA, 8°CA, 10°CA, 12°CA nhằm chứng minh cụ thể hơn cho sự gia tăng áp suất và nhiệt độ trong xy lanh khi giảm dần thời gian phun được trình bày ở trên.

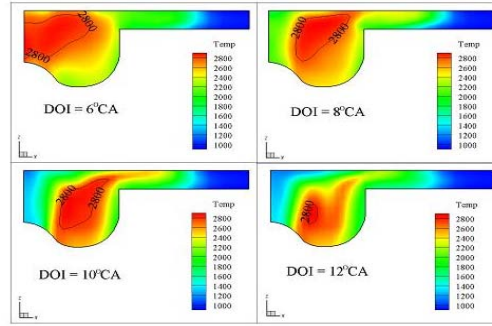
#### 3.3. Ảnh hưởng của thời gian phun đến tốc độ tỏa nhiệt

Hình 5 là đồ thị thể hiện tốc độ tỏa nhiệt trong xy lanh ở các thời gian phun nhiên liệu khác nhau.

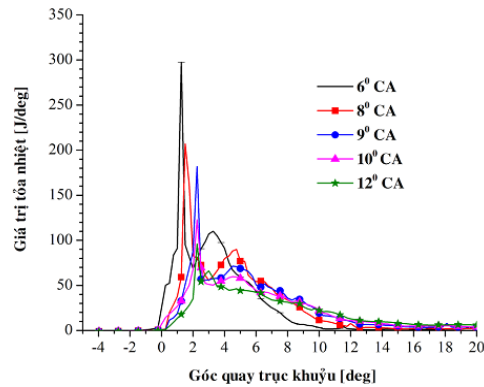
Khi thời gian phun giảm dần từ 12°C<sub>A</sub> xuống 6°C<sub>A</sub> thì giá trị tỏa nhiệt cực đại tăng dần tương ứng. Cụ thể, khi thời gian phun là 9°C<sub>A</sub> thì giá trị tỏa nhiệt cực đại là 181,6J/deg và khi thời gian phun là 8°C<sub>A</sub> thì giá trị tỏa nhiệt cực đại tăng lên 206,9J/deg, có nghĩa là khi giảm thời gian phun từ 9°C<sub>A</sub> xuống 8°C<sub>A</sub> thì giá trị tỏa nhiệt cực đại tăng 13,9%. Mặt khác, ta thấy rằng mỗi đường cong tỏa nhiệt đều xuất hiện một đỉnh thứ hai thấp hơn đỉnh thứ nhất, nguyên nhân là do hỗn hợp nhiên liệu-không khí hòa trộn trước đã cháy hết thì quá trình cháy khuếch tán tiếp theo sau, tốc độ tỏa nhiệt được khống chế bởi tốc độ hòa trộn giữa nhiên liệu và không khí để đạt được thành phần hỗn hợp trong giới hạn bốc cháy.



Hình 3. Đồ thị nhiệt độ trung bình trong xy lanh khi thay đổi thời gian phun.



Hình 4. Phân bố nhiệt độ cực đại trong xy lanh trên mặt cắt dọc ở 10° ATDC khi thay đổi thời gian phun.

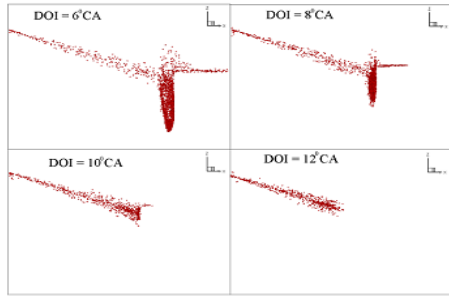


Hình 5. Đồ thị tốc độ tỏa nhiệt ở các thời gian phun khác nhau.

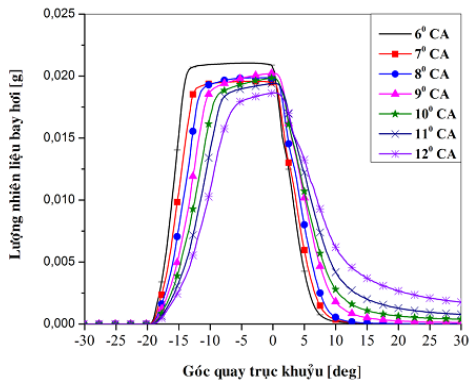
Hình 6 thể hiện tia nhiên liệu phun vào buồng cháy sau 2°C<sub>A</sub> tại thời điểm phun nhiên liệu 20° BTDC khi thay đổi thời gian phun.

Hình 7 là đồ thị tốc độ bay hơi của nhiên liệu khi thay đổi thời gian phun.

Quan sát từ đồ thị trên Hình 7, ta thấy rằng khi giảm dần thời gian phun từ 12°C<sub>A</sub> xuống 6°C<sub>A</sub> thì lượng nhiên liệu bay hơi tăng dần tương ứng. Điều này hoàn toàn phù hợp với phân tích và trình bày ở trên.



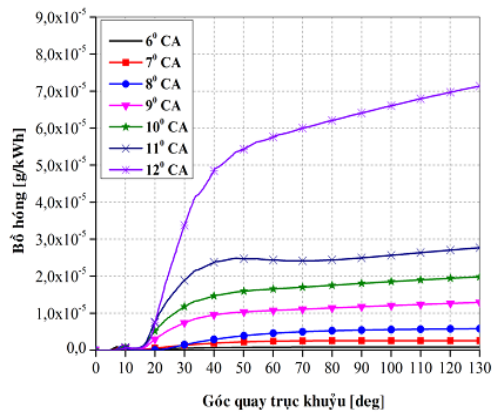
**Hình 6.** Tia phun nhiên liệu phun vào buồng cháy sau 2°CA tại thời điểm phun nhiên liệu là 20° BTDC khi thay đổi thời gian phun.



**Hình 7.** Đồ thị tốc độ bay hơi của nhiên liệu khi thay đổi thời gian phun.

### 3.4. Ảnh hưởng của thời gian phun đến hình thành bồ hóng

Hình 8 là đồ thị lượng bồ hóng phát thải khi thay đổi thời gian phun từ: 6°CA đến 12°CA.



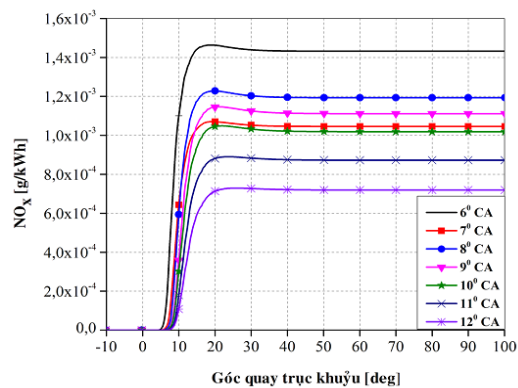
**Hình 8.** Lượng bồ hóng phát thải tương ứng với thời gian phun.

Quan sát trên đồ thị ở Hình 8, ta thấy rằng khi giảm dần thời gian phun từ 12°CA xuống 6°CA thì lượng phát thải bồ hóng giảm dần tương ứng. Cụ thể, khi thời gian phun 9°CA thì lượng phát thải bồ hóng là  $1,3.10^{-5}(g/kW.h)$ , khi giảm thời gian phun xuống 8°CA thì lượng phát thải bồ hóng là  $0,6.10^{-5}(g/kW.h)$ , có nghĩa là khi giảm thời gian phun từ 9°CA xuống 6°CA thì lượng phát thải bồ hóng giảm 53,8%.

### 3.5. Ảnh hưởng của thời gian phun đến hình thành NO<sub>x</sub>

Hình 9 là đồ thị ảnh hưởng của thời gian phun đến hình thành NO<sub>x</sub>. Quan sát trên đồ thị ở Hình 9, ta thấy rằng khi giảm dần thời gian phun từ 12°CA xuống 6°CA thì lượng phát thải NO<sub>x</sub> tăng dần tương ứng. Cụ thể, khi thời gian phun là 9°CA thì lượng phát thải NO<sub>x</sub> đạt giá trị là  $11,5.10^{-4}(g/kWh)$ , khi giảm thời gian phun xuống còn 8°CA thì lượng phát thải NO<sub>x</sub> tăng lên và đạt giá trị là  $12,3.10^{-4}(g/kWh)$ . Có nghĩa là khi giảm thời gian phun từ 9°CA xuống 8°CA thì nồng độ phát thải NO<sub>x</sub> tăng 6,9%. Mặt khác, cũng quan sát từ đồ thị Hình 9, khi giảm thời gian phun từ 8°CA xuống 7°CA thì lượng phát thải NO<sub>x</sub> lại giảm trở lại.

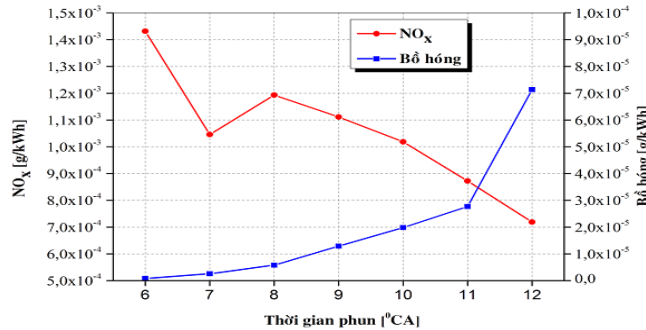
Hình 10 là đồ thị tổng hợp ảnh hưởng của thời gian phun đến hình thành bồ hóng và NO<sub>x</sub>.



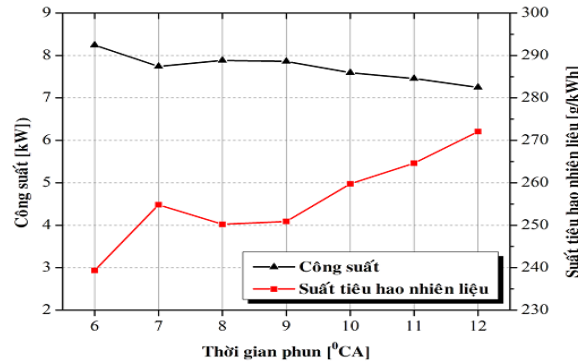
**Hình 9.** Lượng  $\text{NO}_x$  phát thải khi thay đổi thời gian phun.

thì lượng phát thải  $\text{NO}_x$  tăng dần tương ứng và lượng phát thải bồ hóng giảm dần tương ứng.

Quan sát trên đồ thị Hình 10 ta thấy rằng, khi giảm dần thời gian phun từ  $12^\circ\text{CA}$  xuống  $6^\circ\text{CA}$



**Hình 10.** Lượng phát thải bồ hóng và  $\text{NO}_x$  khi thay đổi thời gian phun nhiên liệu từ.



**Hình 11.** Đồ thị đặc tính công suất và suất tiêu hao nhiên liệu khi thay đổi thời gian phun nhiên liệu.

Hình 11 là đồ thị đặc tính công suất và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ diesel RV125-2 ở các thời gian phun nhiên liệu khác nhau.

Quan sát từ đồ thị Hình 11 ta thấy rằng, khi giảm dần thời gian phun nhiên liệu từ  $12^\circ\text{CA}$  xuống  $6^\circ\text{CA}$  thì công suất của động cơ tăng dần tương ứng, đồng thời suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ giảm dần tương ứng. Cụ thể, khi thời gian phun là  $9^\circ\text{CA}$  thì công suất của động cơ là 7,8kW và khi giảm thời gian phun xuống  $8^\circ\text{CA}$  thì công suất của động cơ tăng lên đạt 7,9kW.

#### 4. KẾT LUẬN

Thời gian phun nhiên liệu vào buồng cháy của động cơ diesel có ảnh hưởng đến quá trình cháy và khí thải. Khi giảm thời gian phun, lượng nhiên liệu sẽ phun vào buồng cháy trong thời gian ngắn và do đó dẫn đến tốc độ phun cao (áp suất phun tăng), làm tăng tốc độ hòa trộn giữa nhiên liệu và không khí, lượng nhiên liệu cháy ở điều kiện hòa trộn trước tăng, làm áp suất và nhiệt độ trong xy lanh tăng, do đó lượng phát thải  $\text{NO}_x$  tăng và lượng phát thải bồ hóng giảm.

Thời gian phun nhiên liệu vào buồng cháy của động cơ diesel có ảnh hưởng đến đặc tính công suất và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ. Khi



giảm thời gian phun (tốc độ phun tăng), công suất của động cơ tăng và suất tiêu hao nhiên liệu giảm.

Từ kết quả mô phỏng, phân tích và đánh giá ở trên, ta thấy rằng đối với động cơ đang khảo sát RV125-2 thì thời gian phun nhiên liệu nằm trong khoảng  $6^\circ$  đến  $9^\circ$ CA cho công suất lớn nhất, đồng thời suất tiêu hao nhiên liệu thấp nhất và nồng độ ô nhiễm bồ hóng và  $\text{NO}_x$  cũng thấp.

**Từ viết tắt:**

ATDC	: After Top Dead Center
BTDC	: Before Top Dead Center
CA	: Crank Angle
DI	: Direct Injection

## A Study on the Effects of Duration of Injection on Emissions and Combustion Characteristics in a Direct Injection Diesel Engine

- **Nguyen Van Tong Em**

An Giang Vocational College

- **Nguyen Le Duy Khai**

University of Technology, VNU – HCM - [khainguyen@hcmut.edu.vn](mailto:khainguyen@hcmut.edu.vn)

**ABSTRACT:**

*This paper present a study of the effects of duration of injection on emissions and combustion characteristics in a direct injection diesel engine using CFD code KIVA-3V. In this study, duration of injection was also changed from  $6^\circ$  to  $12^\circ$  CA while the injection timing is constant to evaluate the effect on DI Diesel engine performance, indicated specific fuel consumption and particulates and oxides of nitrogen emission. The obtained results indicate that the capacity of the engine reaches its maximum value and  $\text{NO}_x$  and soot emissions is decreased when the duration of injection is in the range of  $6^\circ$  to  $9^\circ$  CA.*

**Keywords:** Duration of injection, direct injection diesel engine, modelling, KIVA 3V.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Nemati, Sh. Khalilarya, S. Jafarmadar, H. Khatamnezhad và V. Fathi. Effect of Injection Characteristics on Emissions and Combustion of Gasoline Fuelled Partially-Premixed Compression Ignition Engine. *International Journal of Automotive Engineering* Vol. 1, Number 1, 29–37. (2011).
- [2] Flaig, U., W.Polach and G.Zeigler, Common rail system (CR-system) for Passenger Car DI Diesel Engine. SAE paper No. 1999-01-0191. (1999).
- [3] Han, Z. and R.D.Reitz, Turbulence Modelling of Internal Combustion Engine using RNG k-e Models, *Combustion Science and Technique*, Vol. 106. 267-295, (1995).
- [4] Kim, H., and N.Sung, *Combustion and Emission modelling for a Direct Injection Diesel Engine*. SAE paper No.2004-01-0104.(2004).
- [5] Rietz, R.D., Modeling Atomization Processes in High-Pressure Vaporizing Sprays. *Atomization and Spray Technology*. (1987)
- [6] Kärholm, F.P., *Numerical Modelling of Diesel Spray Injection, turbulence Interaction and Combustion*. Thesis for Doctor of Philosophy. (2008).
- [7] Zel'dovich, Y.B., The Oxidation of Nitrogen in Combustion and Explosions. *Acta Physicochimica USSR*, Vol.21. (1946).
- [8] Khai, Nguyen Le Duy.,N. Sung, S.S.Lee, H.S.Kim, Effects of Split Injectio, Oxygen Enriched Air and Heavy EGR on Soot Emissions in a Diesel Engine. *International Journal of Automotive Technology*, Vol.12, No. 3, (2011).