

NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ DIESEL RV 195 RESAECHE AND IMPROVING FUEL SYSTEM OF DIESEL ENGINE RV 195

Nguyễn Đình Hùng

Khoa Kỹ Thuật Giao Thông-Trường Đại Học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

TÓM TẮT.

Hiện nay, nhu cầu sản xuất các động cơ cỡ nhỏ có công suất tương đối dùng trong nông nghiệp là rất lớn tại Việt Nam. Công ty Vikyno (khu công nghiệp Biên Hoà, Đồng Nai) đã cho ra đời rất nhiều thế hệ động cơ RV dựa trên các thiết kế mẫu của KUBOTA (Nhật Bản). Trong đó, động cơ RV195 có công suất là 19,5 mã lực (HP) do được cải tiến từ thiết kế động cơ RV 165 với công suất 16,5 mã lực (HP). Tuy nhiên, khi hoạt động động cơ RV 195 vẫn chưa đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật như khả năng gia tốc kém, độ mờ khói cao, suất tiêu hao nhiên liệu lớn. Để khắc phục nhược điểm này, các nghiên cứu cải tiến hệ thống nhiên liệu trên động cơ RV 195 được thực hiện bằng các quá trình phân tích thực nghiệm. Các thông số nghiên cứu chính bao gồm: các thông số cơ bản của tia phun và vận động của chùm tia khi thoát khỏi vòi phun nhằm đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật nói trên.

Từ khóa: Đặc tính tia phun, vận động chùm tia, hệ thống nhiên liệu

ABSTRACT

Nowadays, the manufacturing aims of small engines and power readily (from 20 to 25 HP) using in agricultural field are a big reasonable requirement in Vietnam. The Vikyno company ltd (Bien Hoa industry) has been making much generation of RV diesel engines, which are basically re-designed on models of Kubota engines (Japan). RV 195 Diesel engine have been power 19,5HP improved from RV 165 with power 16,5HP. However, regard to its operation did not meet the technical demand such as less acceleration ability, more exhaust pollution and high fuel consumption. In order to develop these matters, the specified studies on the fuel system of RV195 diesel engine were carried out by the experimental analysis. The major parameters include the basically characteristics of jet and the behaviors of jet going out from the injector due to satisfy the above technical meet.

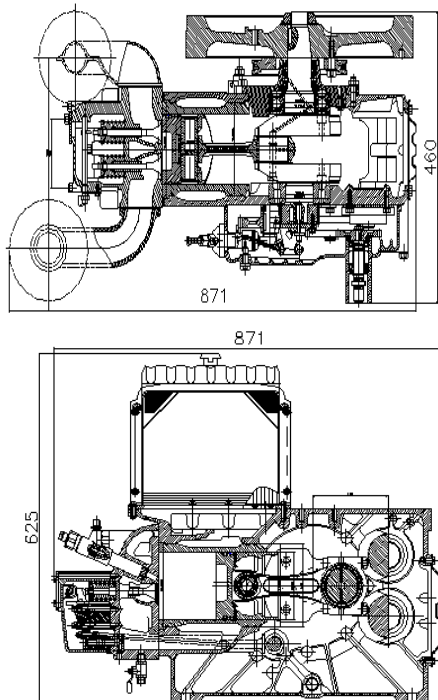
Keyword: characteristic of jet, behavior of jet, fuel system

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, để đáp ứng nhu cầu trong nước cơ giới hoá nông nghiệp ngày càng cao các nhà sản xuất động cơ tập trung chủ động sản xuất các loại động cơ diesel công suất nhỏ đáp ứng nhu cầu này và có đủ khả năng cạnh tranh với các loại động cơ diesel công suất nhỏ đang tràn ngập thị trường nước ta. Bằng các nghiên cứu thị trường trong những năm gần đây về yêu cầu của khách hàng đối với động cơ đốt trong sản xuất tại Việt Nam là chất lượng, giá thành, suất tiêu nhiên liệu, công suất. Từ các yêu cầu trên

công ty máy nông nghiệp miền nam đã tập trung nghiên cứu cải tiến các sản phẩm hiện có và đưa ra nhiều loại động cơ Rv mới để đáp ứng nhu cầu cần thiết như đã nêu trên. Động cơ RV195 là động cơ diesel một xilanh được nghiên cứu và sản xuất dựa trên thiết kế của động cơ Diesel RV165 và EV2400, do công ty VIKYNO chế tạo. Đây là dạng động cơ tĩnh tại, động cơ đặt nằm ngang, kích thước khuôn khổ của động cơ như sau: L'B'H = 871'460'625 (mm), và thông số kỹ thuật như sau:

Đường kính xilanh (D)	110 mm
Thể tích công tác (Vh)	997 cm ³
Công suất cực đại/ Tốc độ trục khuỷu	19.5HP/2200
Hệ thống nhiên liệu	Trực tiếp
Hành trình piston	(S)
Tỉ số nén (e)	18.5
Suất tiêu hao nhiên liệu	
Nhiên liệu sử dụng	diesel

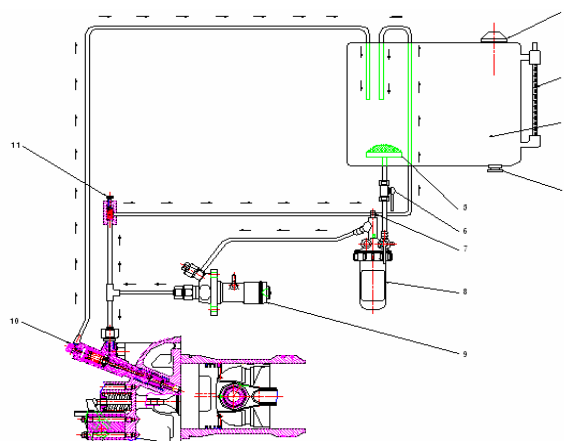


Hình 1: Bố trí chung động cơ RV 195

Khi đưa hoàn thiện thiết kế và đưa vào sản xuất mẫu thử để thử nghiệm thì loại động cơ này mắc một số nhược điểm như khi hoạt động động cơ RV 195 vẫn chưa đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật như khả năng gia tốc kém, độ mờ khói cao, suất tiêu hao nhiên liệu lớn. Với các nghiên cứu và phân tích thực nghiệm các hệ thống trên động cơ nhóm nghiên cứu kết luận cần phải nghiên cứu cải tiến hệ thống nhiên liệu của động cơ bằng cách cải tiến các thông số cơ bản của chùm tia phun.

Thông số kỹ thuật:

Vòi phun	Kín tiêu chuẩn
Lỗ phun	0.32
Số lỗ phun	4 lỗ
Lưu lượng phun	41.85 (ml/s)
Độ nâng van kim	0,3029 (mm)
Hãng sản xuất	Kumba



Hình 2: Bố trí chung hệ thống nhiên liệu của động cơ RV 195

1.nắp đậy thùng nhiên liệu, 2.ống báo nhiên liệu trong thùng chứa, 3.thùng chứa nhiên liệu, 4.đai ốc xả nhiên liệu, 5.lọc thô, 6.van đóng ngắt, 7.ống nối, 8. lọc tinh, 9. bơm cao p, 10. kim phun, 11.van an toàn.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU.

2.1 Cơ sở của quá trình cung cấp nhiên liệu.

Hệ thống nhiên liệu động cơ Diesel, thực hiện chu trình cung cấp nhiên liệu vào buồng cháy vào cuối thời kỳ nén (piston đến gần điểm chết trên), nhưng do đặc tính nhiên liệu Diesel là loại nhiên liệu khó bay hơi và diễn biến tạo hỗn hợp diễn ra trong thời gian rất ngắn. Vì thế, nhiên liệu đưa vào buồng cháy phải được phun thật tơi chùm tia phải có động năng lớn để có thể hoà trộn hết không gian buồng cháy. Việc phun nhiên liệu vào buồng cháy xảy ra từ lỗ tia phun của kim phun dưới tác dụng của áp suất phun của dòng tia nhiên liệu và độ chênh lệch giữa áp suất phun và áp suất của buồng cháy cuối hành trình nén tác dụng vào đốt kim nhất kim phun làm cho nhiên liệu thoát ra khỏi kim phun. Diễn biến của quá trình làm thay đổi áp suất, tốc độ và lưu lượng của dòng nhiên liệu chuyển động trong hệ thống nhiên liệu theo thời gian, chế độ làm việc của động cơ. Điều này đã làm cho đặc tính của dòng nhiên liệu thay đổi liên tục theo góc quay trục khuỷu, chế độ làm việc của động cơ. Trị số cung cấp nhiên liệu của động cơ trong mỗi đơn vị thể tích

$$V_{nlc} = \frac{V_{kkc}}{V_{nlc}} = \frac{\rho_k \eta_v 10^6}{l_0 \rho_{nl} \alpha} \quad (1)$$

Trong đó: V_{kkc} : thể tích không khí trong buồng cháy. V_{nlc} : thể tích nhiên liệu mà bơm cấp. ρ_k : khối lượng riêng của không khí. ρ_{nl} : khối lượng riêng của nhiên liệu. l_0 : hành trình của piston. α : hệ số dư lượng không khí.

2.2 Cơ sở của quá trình phun nhiên liệu.

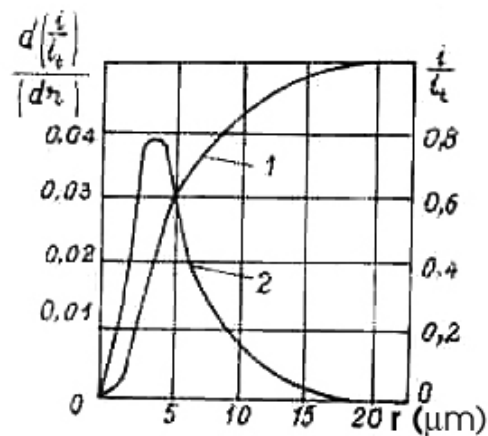
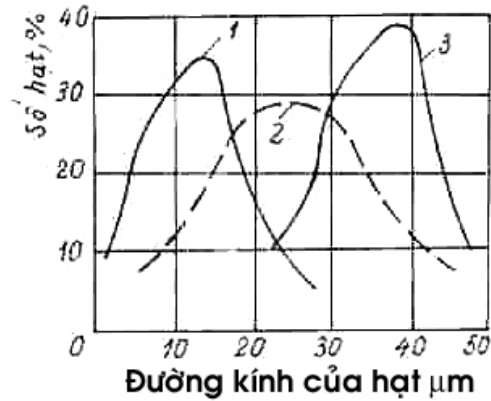
Quá trình hình thành hỗn hợp của động cơ Diesel diễn ra trong buồng cháy. Vì thế, để bảo đảm chất lượng hỗn hợp tạo thành cần phải có một chất lượng phun tốt. Tức là chất lượng các hạt trong tia phun phải nhỏ đều, phân bố rộng khắp trong không gian buồng cháy. Do diễn biến của quá trình phun rất phức tạp, thời gian diễn biến quá ngắn đã dẫn đến việc xác định việc xác định chất lượng phân bố hạt trong chùm tia, đường kính hạt, chiều dài chùm tia, góc côn chùm tia rất khó khăn dẫn đến việc kiểm soát triệt để được quá trình phun của kim phun.

Bằng phương pháp dựa vào tỷ lệ giữa tổng thể tích trên tổng diện tích trong một chùm tia và phân bố vùng tập trung nhiên liệu để tính ra mức độ tập trung của các hạt tại các vùng, phân bố hạt của một vùng. Cũng từ cơ sở chúng ta cũng tính ra được đường kính trung bình của các hạt trong chùm tia. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ mới phản ánh được chất lượng phun còn chưa nói rõ sự phân bố các hạt nhiên liệu trong buồng cháy và sự biến đổi của các hạt khi tốc độ sấy nóng của nhiên liệu, tốc độ hoá hơi của nhiên liệu trong buồng cháy thay đổi.

Công thức tính toán số hạt dựa trên tỷ lệ giữa tổng thể tích và tổng diện tích trong một chùm tia

Với n là số hạt trong một chùm tia có đường kính từ r đến $r + dr$ trên một đơn vị diện tích ta có

$$r_{th} = \frac{3V_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{3 \sum_{r_1}^{r_2} \frac{3}{4} \pi^3 n}{\sum 4\pi^2 n} = \frac{3 \frac{4}{3} \pi_i \int_{r_1}^{r_2} f'(r) r^3 dr}{4\pi_i \int_{r_1}^{r_2} f'(r) r^2 dr} = \frac{\int_{r_1}^{r_2} f'(r) r^3 dr}{\int_{r_1}^{r_2} f'(r) r^2 dr} \quad (2)$$



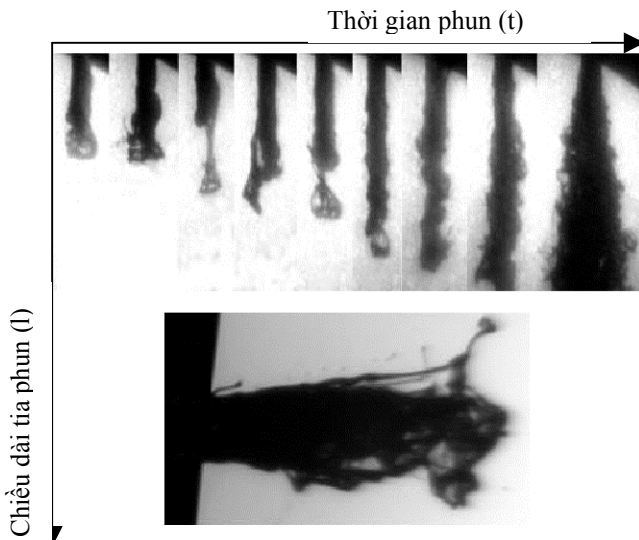
Hình 3: Đặc tính phân bố đường kính hạt trong chùm tia.

1. đường kính hạt nhỏ đều, 2. đường kính hạt nhỏ, không đều, 3. đường kính hạt nhỏ nhưng đều; r : đường kính hạt, i/i_t : tỷ số tương đối.

Phương pháp làm giảm đường kính hạt và tăng khả năng đồng đều của các hạt để tia phun đều hơn và phân bố được rộng khắp buồng cháy. người ta dùng phương pháp tăng áp suất của tia để phun to hơn và làm nhỏ đường kính lỗ tia và bố trí nhiều lỗ tia hơn để hạt đều hơn.

Tia nhiên liệu được tạo thành từ các hạt nhỏ, dưới tác động bởi các yếu tố bên trong và bên ngoài tia phun cộng thêm cơ chế rối loạn ở lỗ tia đã làm cho dòng nhiên liệu bị xé tan thành các hạt. Sự tách tia đầu tiên khi tia rời khỏi lỗ phun do ảnh của nhiễu ngang, dọc trong tia chảy rối và nhiên liệu bị nén. Mặt khác, do các yếu tố tác động bên ngoài tác động lên tia ngăn cản không cho tia chuyển động vào buồng cháy. Nhưng do dòng nhiên liệu cứ tiếp tục chuyển động với tốc độ cao làm cho các hạt bị biến dạng dưới các yếu tố tác động. Khi đó, các hạt có kích thước lớn sẽ bị chia nhỏ, sự biến dạng và phân rã hạt đã tạo nên sức căng mặt ngoài của hạt nhiên liệu. Sức căng càng tăng khi

đường kính hạt càng nhỏ. Hạt giữ được trạng thái ổn định khi nó cân bằng với các yếu tố tương tác. Như vậy, sự hình thành hỗn hợp diễn ra khi bị các yếu tố tương tác lực khí động, nhiễu loạn và nhiệt độ có xu hướng làm xé tan chùm tia, nhưng do sức căng mặt ngoài và lực liên kết các phân tử có xu hướng giữ nguyên chùm tia vì thế, tạo nên sự hình thành chùm tia.



Hình 4: Quá trình hình thành tia phun

Chiều dài tia phun, bề rộng tia phun, góc côn của tia phun, vận tốc tia phun. Nếu xét ở mặt phẳng thì ta có thể thấy giữa chiều dài và góc côn của tia phun có mối liên hệ lẫn. Nếu phun cần

g toì thì tia càng mảnh, ngắn và rộng. Nếu phun càng thô thì tia càng chặt và khó tác động.

Theo G.Xitki để tính chiều dài tia phun chúng ta có thể sử dụng công thức sau:

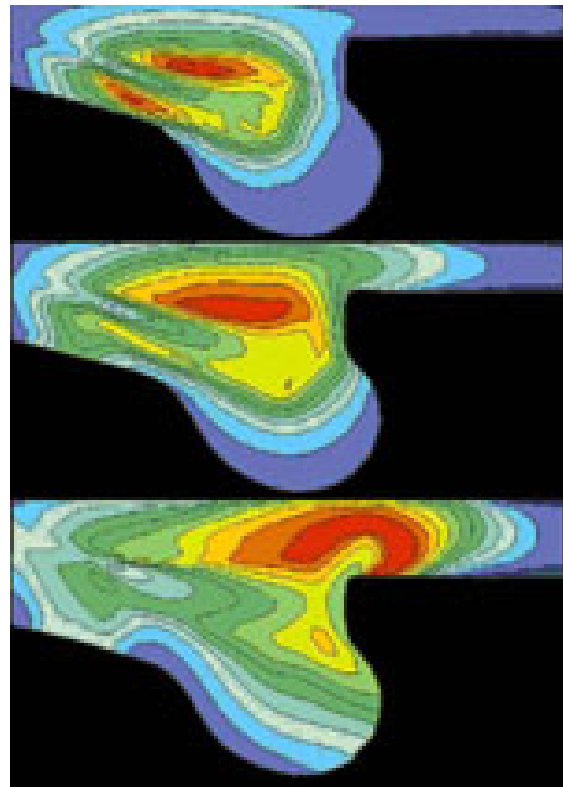
$$L_{tp} = A_L d_{tb} \left(\frac{\omega}{d_{tb}} \right)^{0.48} \left(\frac{\omega \rho_{nl} d_{tb}}{\mu_{nl}} \right)^{0.3} \left(\frac{\rho_{nl}}{\rho_{kk}} \right)^{0.35} \quad (3)$$

Trong đó: A_L : thông số kết cấu vòi phun. w : vận tốc tia phun. m : độ nhớt của nhiên liệu.

2.3 Cơ sở của quá trình hoà trộn nhiên liệu

Khi nhiên liệu phun vào buồng cháy, việc hình thành hỗn hợp bên trong buồng cháy dựa trên hai yếu tố cơ bản: Một là chất lượng tia phun phải nhỏ đều. Hai là hình dáng tia phun phải phù hợp với kết cấu buồng cháy để hỗn hợp

hình thành phân bố đều trong toàn bộ không gian buồng cháy. Khi có sự ma sát xảy ra giữa tia nhiên liệu và môi chất công tác trong môi trường phun gây ra hiện tượng trao đổi động lượng. Do dòng khí bên trong buồng cháy đang được tăng tốc cuốn vào chùm tia và chuyển động xoáy cộng thêm sự bức phá của các phân tử hydrocacbua của hạt bên trong chùm tia tạo nên hoà khí. Như vậy, cường độ dòng xoáy thích hợp và chất lượng phun tốt sẽ làm tăng tốc độ hình thành hỗn hợp.

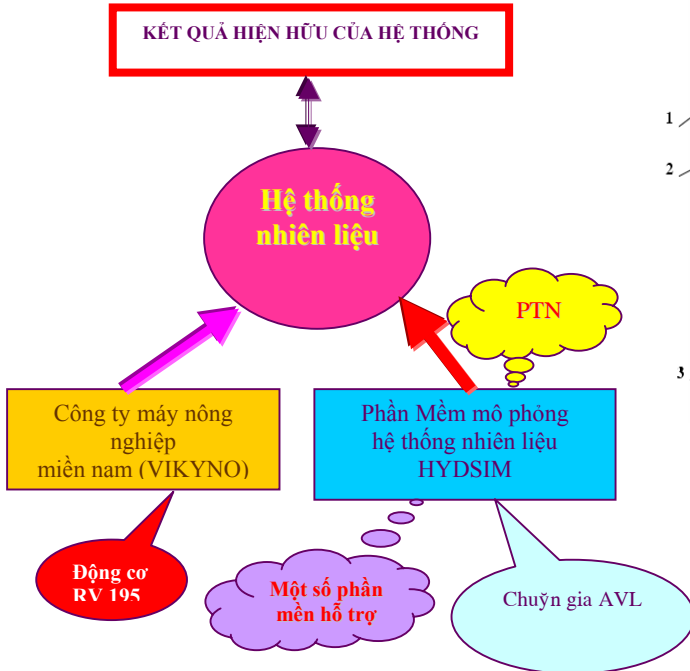


Hình 5: Diễn biến của quá trình hoà trộn nhiên liệu trong buồng cháy.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG.

Trong xuyên suốt quá trình nghiên cứu để tìm kết quả hoạt động của hệ thống nhiên liệu hiện tại của động cơ RV 195 một cách chính xác và cũng là nền tảng cho các so sánh với các giá trị thực tế để cải tiến hệ thống chúng tôi dùng phương pháp mô phỏng hệ thống bằng phần mềm Hydsim. Ngoài ra chúng tôi còn dùng tính toán lý thuyết kiểm chứng cho mô hình hệ thống này để tính toán các biện pháp hoàn thiện

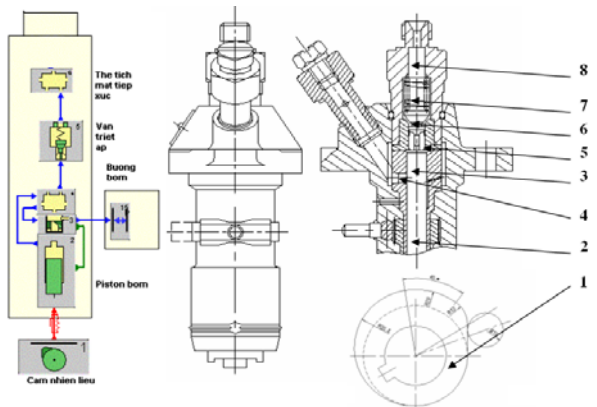
cho hệ thống nhiên liệu của động cơ. Từ đó chúng tôi dùng phương pháp xây dựng mô hình mô phỏng dựa trên sơ đồ sau:



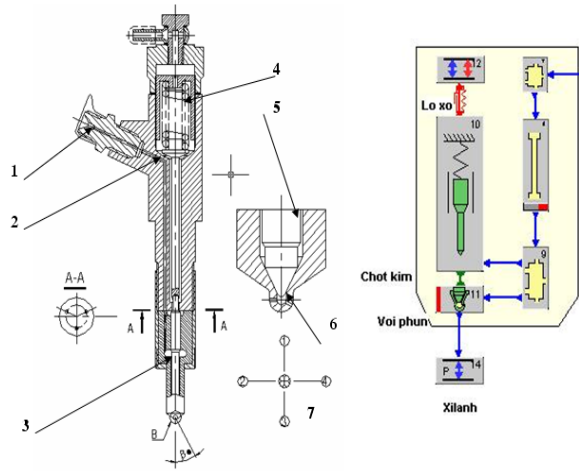
Hình 6: Sơ đồ phân tích xây dựng mô hình hệ thống nhiên liệu.

Bằng phương pháp xây dựng theo sơ đồ trên kết quả nghiên cứu sẽ ứng dụng ngay vào thực tế, nhưng quá trình nghiên cứu sẽ làm cho người nghiên cứu phải bao quát và liên kết được tất cả các vấn đề đang xảy ra. Xây dựng mô hình nghiên cứu. Bằng các phân tích thực nghiệm và dựa vào cơ sở lý thuyết phần mềm Hydsim chúng tôi xây dựng mô hình như sau:

*** Mô hình bơm cao áp**

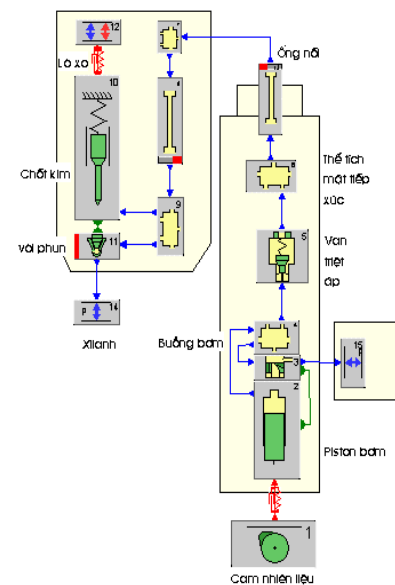


*** Mô hình kim phun**



*** Mô hình mô phỏng hệ thống nhiên liệu.**

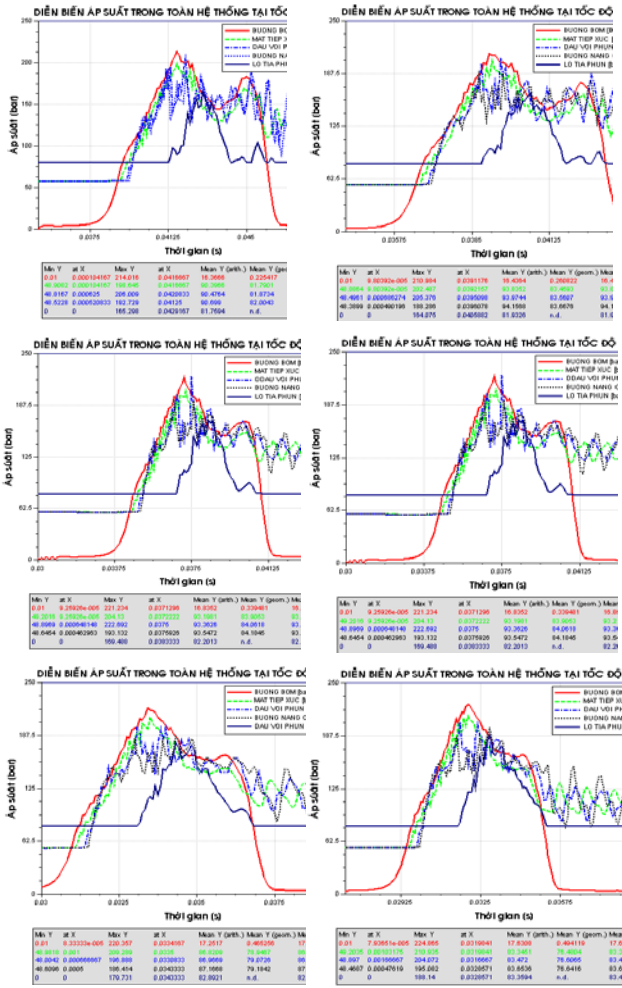
HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ VIKYNO RV 195



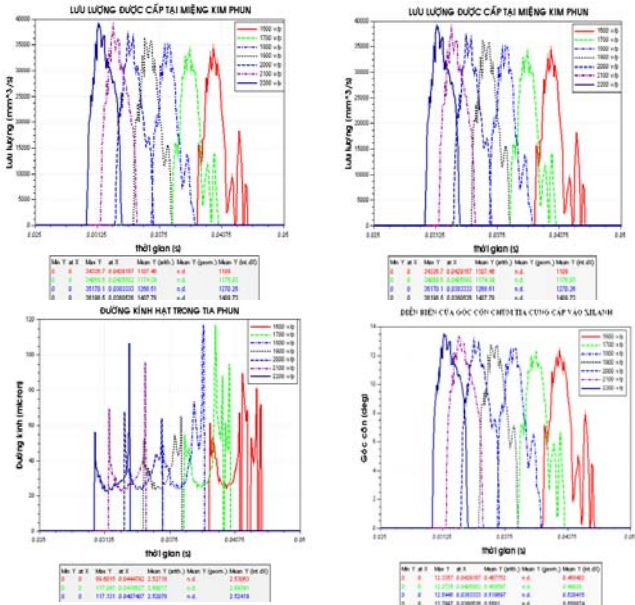
4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU.

Bằng mô hình xây dựng như trên chúng tôi thực hiện mô phỏng hệ thống nhiên liệu hiện tại để tìm kết quả hoạt động của hệ thống nhiên liệu mà động cơ diesel RV 195 đang sử dụng. Tốc độ tính toán cho hệ thống nhiên liệu được tính từ 1600 đến 2200 (vòng /phút) Lưu lượng nhiên liệu do hệ thống nhiên liệu cung cấp vào xy lanh.

Diễn biến áp trong hệ thống nh. liệu như sau



Kết quả chùm tia phun nhiên liệu sau khi thoát ra khỏi lỗ tia như sau



Lấy các kết quả sau khi mô phỏng hệ thống nhiên liệu trên động cơ Diesel RV195 so sánh với các giá trị thực nghiệm cho thấy:

- Áp suất tối đa trong buồng nâng kim 214 bar và áp suất nhắc kim đo được bằng thực nghiệm 220 bar thì sai lệch là 2.27%.

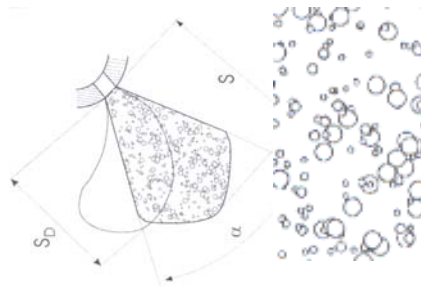
- Góc côn chùm tia tại giá trị tối đa xác định bằng phương pháp mô phỏng là 13.4 độ và giá trị đo được bằng thực nghiệm 13.5 độ. Sai lệch 0.7%

- Suất tiêu hao nhiên liệu xác định bằng mô phỏng là 218.16 (g/HP.h) ứng với tốc độ 2200 (v/p) và suất tiêu hao nhiên do công ty VIKYNO cấp là 220 (g/HP.h) sai lệch 0.6%.

Phân tích các đồ thị trên cho thấy hệ thống nhiên liệu hiện tại của động cơ VIKYNO RV 195 có những chỉ tiêu mà động cơ chưa đáp ứng do những nguyên nhân sau:

- Khoảng gia tốc tự do của hệ thống này khi hoạt động ở chế 100% tải dài do ảnh hưởng sự biến động của áp suất trong buồng bơm.

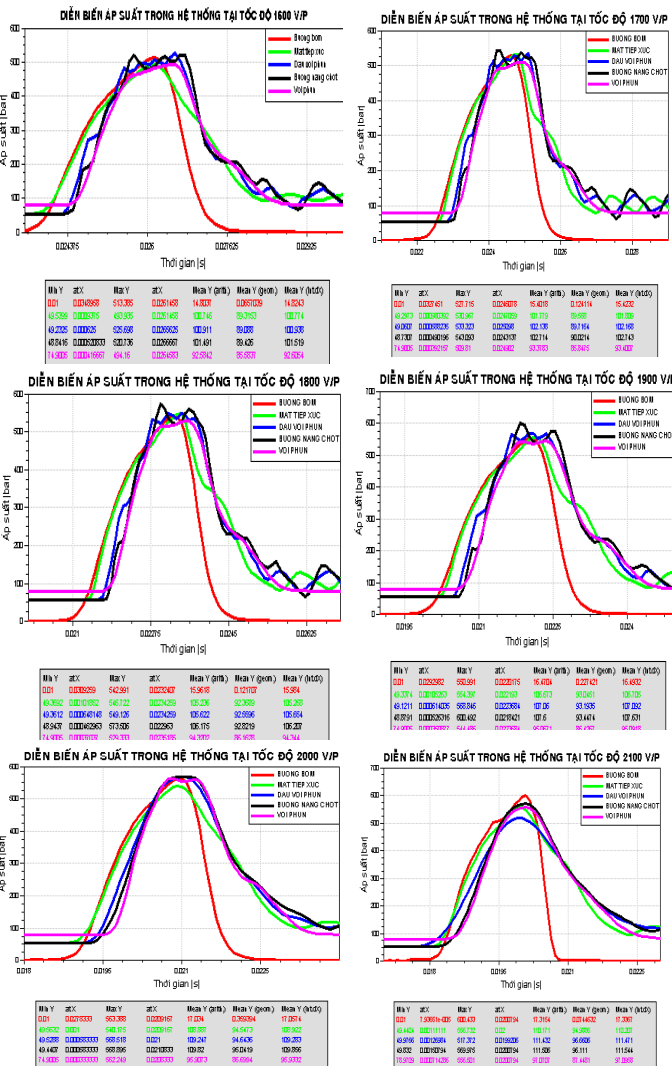
- Tại các vị trí tốc thấp 1600,1700,1800,1900 (v/p) mức độ ổn định của chùm tia không đồng đều, do đường kính các hạt không đồng đều, chiều dài tia phun thay đổi, góc côn chùm tia thay đổi, chính các yếu tố đã tạo nên sự va đập giữa những hạt trong chùm tia tạo nên quá trình phân ra và tái hợp lại với nhau không tạo nên sự đồng đều trên một diện tích phân rã dẫn đến quá trình động cơ tăng tốc để đạt được giá trị tốc độ tối đa kéo dài, phát nhiều khói đen, hiệu suất động cơ trong quá trình tăng tốc chưa cao, chỉ tiêu kinh tế của động cơ chưa cao.



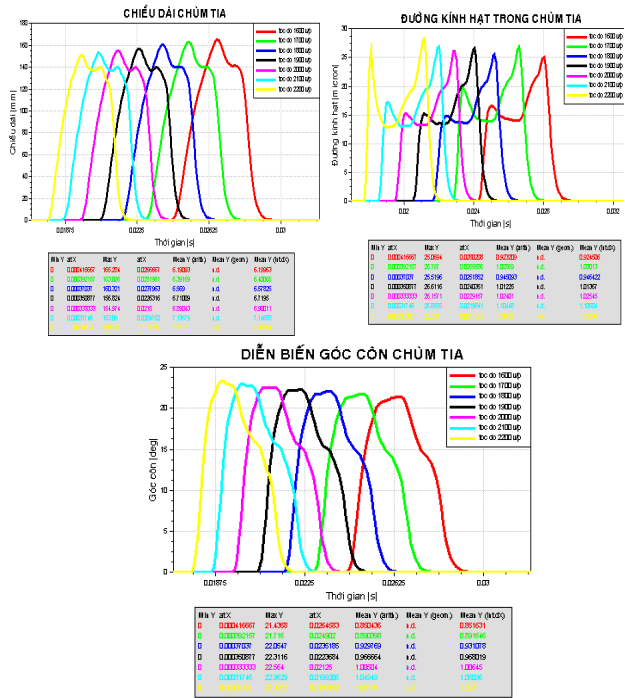
Để không phá vỡ cấu cấu hiện tại, đáp ứng với định hướng nghiên cứu hoàn thiện hệ thống nhiên liệu của động cơ Diesel VIKYNO RV 195 theo hướng tiết kiệm nhiên liệu, giảm ô nhiễm môi trường nâng cao hiệu suất cho động cơ. Khi phân tích các kết quả hoạt động của hệ

thống nhiên liệu hiện tại chúng ta có thể thấy, để nâng cao áp suất phun của động cơ một cách tốt nhất chúng ta cần phải thay đổi biên dạng cam hiện tại bằng một biên dạng cam khác nhằm giải quyết các nhược điểm mà hệ thống nhiên liệu hiện tại đang mắc phải. Đồng thời, cải tiến lại một số chi tiết của bơm và kim phun nhằm nâng cao áp suất phun cho hệ thống, để tia nhiên liệu sau khi đi ra khỏi lỗ phun sẽ to hơn có chiều dài lớn hơn, bề rộng cao hơn, vận tốc và góc côn lớn hơn, nhằm nâng cao hiệu suất cho động cơ, giảm ô nhiễm môi trường và tiết kiệm nhiên liệu cho động cơ. Dựa vào phương pháp tối ưu từng phần tử mà phần mềm Hydsim có được và hàm mục tiêu như đã nêu trên chúng tôi chạy phân tích mô hình tìm ra một hệ thống hệ thống nhiên liệu cải tiến với những kết quả như sau

Diễn biến áp suất trong hệ thống.



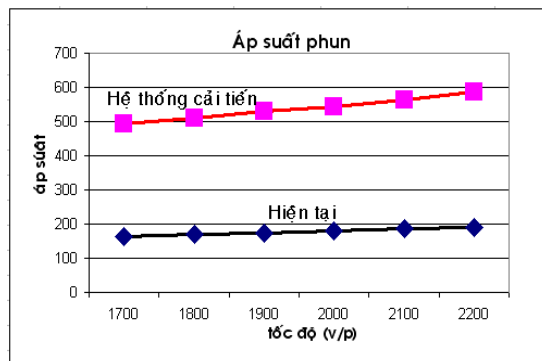
Thông số chùm tia phun



5. KẾT LUẬN.

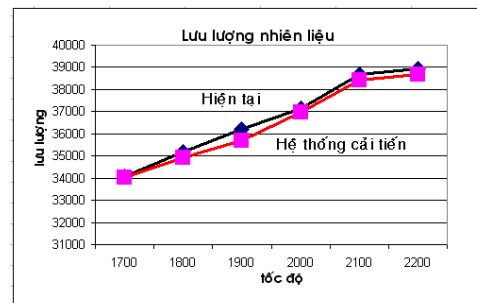
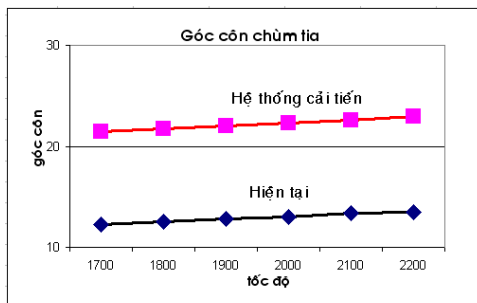
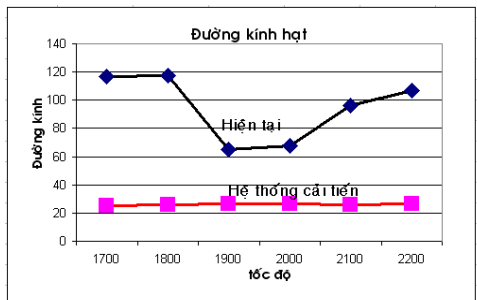
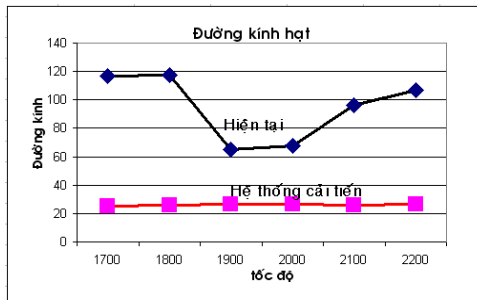
Hệ thống nhiên liệu của động cơ VIKYNO RV 195 Sau khi cải tiến cho thấy:

- Áp suất phun của nhiên liệu tăng đáng kể chính điều này đã cải thiện được tính chất của chùm tia phun. Khi áp suất tăng động năng của tia phun tăng năng cao được khả năng hoà trộn cho chùm tia.



- Đường kính hạt, chiều dài và góc côn của chùm tia được của thiện tốt, lượng lượng cập qua lỗ tia giảm. Chính điều này, làm tăng khả năng hoà trộn của chùm tia trong không gian buồng cháy, hỗn hợp bốc cháy mạnh hơn, nâng

cao được công suất động cơ, giảm độ mờ khói trong hỗn hợp khí xả.

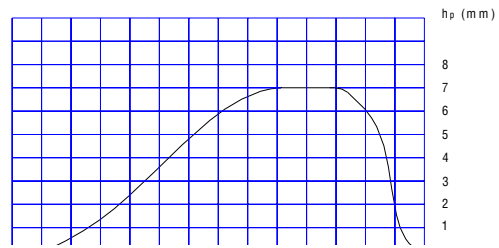


Đặc tính hoạt động của áp suất tại lỗ tia và buồng bơm khá ổn định, chính điều này nâng cao được khả năng gia tốc cho động cơ, làm cho động cơ hoạt động êm hơn, rút ngắn được thời gian gia tốc, cải thiện được khả năng phát thải, nâng cao được hiệu suất động cơ.

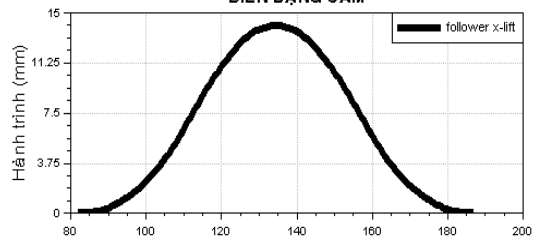
Để đạt được các kết quả trên thì hệ thống nhiên liệu hiện tại cần phải sửa đổi một số chi tiết sau:

- Thay đổi biên dạng cam.

Biên dạng cam hiện tại

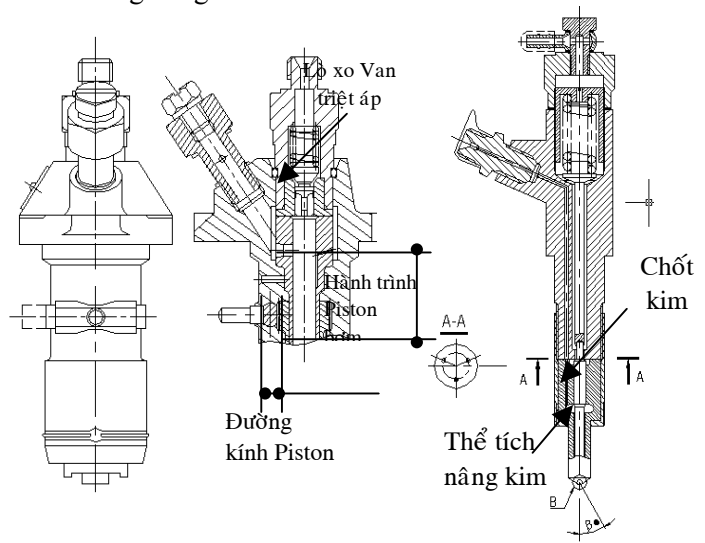


BIÊN DẠNG CAM



Hình 6: Biên dạng cam sửa đổi

- Tăng hành trình, đường kính Piston bơm, độ cứng lò xo van triệt áp
- Tăng độ cứng chốt kim, lò xo tác động chốt kim, mở rộng thể tích buồng nâng chốt kim.



Hình 7: mặt cắt của kim phun và bơm cao áp

* Bảng thông số so sánh các tham số hệ thống nhiên liệu trước và sau cải tiến

TT	Thông số điển biến	Trước Cải tạo	Sau cải tạo	Đánh giá chung
1	Biên dạng cam	Hình vẽ	Hình vẽ	
2	Đường kính	9.5	10.5	Tăng 1 mm

3	Hành trình	4.6	6.23	Tăng hành trình 1.63 mm
4	Độ cứng lò xo VTA	12000	14570	Tăng 2579 N/mm
5	Độ cứng lò xo kim phun	8000000	9500000	Tăng 1500000N/mm
6	Đường kính mặt tựa	5	5.6	Tăng 0.6 mm
7	Thể tích	280	320	Tăng 40 mm ³

Từ các đặc tính động của hệ thống nhiên liệu của động cơ RV 195 sau cải tiến các thông số cơ bản của tia phun cho thấy khi tăng được khả năng hoà trộn của chùm tia bằng cách giảm đường kính hạt nhỏ, tăng chiều dài tăng, tăng động năng, sẽ làm cho động cơ hoạt động êm hơn tăng khả năng gia tốc và giảm lượng nhiên liệu cho động cơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. Ficarella et al., Evaluation of Instability Phenomena in a Common Rail Injection System for High Speed Diesel Engines“, SAE Paper 990192.
2. M. Ganser, Operating Characteristics of a Common- Rail Type Fuel Injector for Passenger Car and Light Duty Truck DI-Diesel Engines“, EAEC Paper SIA9506A12, 1995.
3. N. Guerrassi and P. Dupraz, A Common Rail Injection System For High Speed Direct Injection Diesel Engines“, SAE Paper 980803.
4. Stumpp, G., Ricco, M., “Common-Rail Attractive Fuel Injection System for Passenger Car DI Engines”, SAE Paper 960870, 1996.
5. Boehner, W., and Hummel, K., ”Common Rail Injection System for Commercial Diesel Vehicles”, SAE Paper 970345, 1997.
6. Renner, G., Koyannagi, K., and Maly, R.R.,”Effect of Common Rail Injector Design on the Emission Characteristics of Passenger Car DI Engines”, Proceedings of “The fourth International Symposium COMODIA 98”, pp.477-482, 1998.